



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la línea de envases de hojalata en la empresa Metalpren s.a, Callao, 2019

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Industrial**

**AUTORA:
Victoriano Herrera Lesly Victoria (ORCID: 0000-0001- 6076-0202)**

**ASESOR:
Dr. Bravo Rojas Leónidas Manuel (ORCID: 0000-0001-7219-4076)**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Gestión Empresarial y Productiva**

**LIMA - PERÚ
2019**

DEDICATORIA

A mis padres y abuelos, por su constante apoyo a lo largo de estos años de mi vida. A mis hermanos por ser los que me inspiran a salir adelante y en especial a mi abuelito Tito Herrera que está en el cielo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme la fortaleza de superar todos los obstáculos que se me presenten y la perseverancia para culminar mi carrera con éxito. A mis asesores y profesores por brindarme su apoyo y conocimientos a lo largo del desarrollo de mi proyecto de investigación. A mis amigos por brindarme su apoyo constante.

PÁGINA DEL JURADO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Acta de Sustentación de Tesis

Siendo las 14:00 horas del 11 de diciembre del 2019, el jurado evaluador se reunió para presenciar el acto de sustentación de Tesis titulado: " Mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la línea de envases de hojalata en la empresa Metalpren s.a, Callao, 2019", Presentado por la autora, Victoriano Herrera Lesly Victoria estudiante de la Escuela Profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL.


Concluido el acto de exposición y defensa de Tesis, el jurado luego de la deliberación sobre la sustentación, dictaminó:

Autor	Dictamen
VICTORIANO HERRERA LESLY VICTORIA	Aprobado

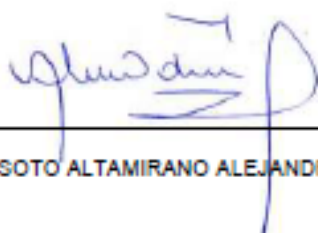
Se firma la presente para dejar constancia de lo mencionado



Dr. BRAVO ROSAS LEÓNIDAS MANUEL



Mgtr. DELGADO MONTES MARY LAURA



Mgtr. SOTO ALTAMIRANO ALEJANDRO MARTÍN

 INVESTIGA
UCV

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, VICTORIANO HERRERA LESLY VICTORIA estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE ENVASES DE HOJALATA EN LA EMPRESA METALPREN S.A, CALLAO, 2019.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
VICTORIANO HERRERA LESLY VICTORIA DNI: 75946049 ORCID 0000-0001-6076-0202	Firmado digitalmente por: LVICTORIANO el 13-02- 2021 12:05:28

Código documento Trilce: INV - 0053111



PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento de las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, presento ante ustedes la Tesis titulada “Mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la línea de envases de hojalata en la empresa Metalpren s.a, Callao, 2019”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniera Industrial.

La Autora

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
PÁGINA DEL JURADO	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	V
PRESENTACIÓN	VI
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVI
I. INTRODUCCIÓN.....	I
1.1. Realidad Problemática	2
1.1.1. Nivel internacional	2
1.1.2. Nivel nacional.....	3
1.1.3. Nivel local	4
1.2. Trabajos Previos	13
1.3. Teorías Relacionadas	19
1.3.1. Mantenimiento.....	19
1.3.2. Historia del mantenimiento	19
1.3.3. El mantenimiento.....	20
1.3.4. Tipos de mantenimiento	20
1.3.5. Productividad.....	24
1.3.6. Marco conceptual	26
1.4. Formulación del problema	27
1.5. Justificación del estudio.....	27
1.6. Hipótesis	29
1.7. Objetivos de la Investigación.....	29
II. MÉTODO	30
2. MÉTODO	31
2.1. Tipo, nivel, enfoque y diseño.....	31
Tipo	31
Enfoque	31

Nivel.....	31
Diseño	31
2.2. Variables y operacionalización	32
Variable independiente: Mantenimiento preventivo	32
Variable dependiente: Productividad.....	33
2.2.1. Operacionalización de Variables	35
2.3. Población y muestra.....	36
2.3.1. Población	36
2.3.2. Muestra	36
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	36
2.4.1. Técnicas	36
2.4.2. Instrumentos	36
2.5. Validez	39
2.5.1. Confiabilidad	39
2.5.2. Métodos de análisis de datos	39
2.6. Aspectos éticos	40
2.7. Situación actual.....	40
2.7.1. Procedimiento	40
2.7.2. Propuesta de mejora.....	63
2.7.3. Resultados de la implementación	87
2.8. Análisis costo financiero.....	92
2.9. Análisis Beneficio - Costo	95
2.10. VAN y TIR.....	96
2.11. Análisis de sensibilidad	101
III. RESULTADOS	104
3.2. Análisis Inferencial.....	109
3.2.1. Análisis de la Hipótesis General	109
3.2.2. Análisis de la Primera Hipótesis Específica.....	111
3.2.3. Análisis de la Segunda Hipótesis Específica.....	114
IV. DISCUSIÓN.....	116

V. CONCLUSIONES	119
REFERENCIAS	123
ANEXOS	129
ANEXO I: Matriz de consistencia	130
ANEXO 2: Productos que se realizan.....	131
ANEXO 3: Hoja de códigos de paradas.....	132
ANEXO 4: Formato de reporte de averías.....	133
ANEXO 5 Formato de reporte de averías	134
ANEXO 6 Formato de reporte de trabajo	135
ANEXO 7 Formato de hoja de inspección Dinámica	136
ANEXO 8 Hoja de ruta para la lubricación	137
ANEXO 9 Reporte de producción y paradas	138
ANEXO 10: Pantallazo de turnitin	139

Índice de tablas

<i>Tabla 1: Causas de la falta de mantenimiento preventivo en el área de producción de tapas en la empresa METALPREN S.A.</i>	7
<i>Tabla 2: Matriz de correlación de causas</i>	8
<i>Tabla 3: Número de ocurrencias de causas encontradas</i>	9
<i>Tabla 4: Alternativas de solución</i>	11
<i>Tabla 5: Estratificación de causas</i>	11
<i>Tabla 6: Criterios de evaluación de alternativas de solución</i>	12
<i>Tabla 7: Resumen de los 6 pasos del pilar mantenimiento preventivo.</i>	22
<i>Tabla 8: Matriz de operacionalización de las variables</i>	35
<i>Tabla 9: Instrumento para medir el mantenimiento preventivo</i>	37
<i>Tabla 10: Instrumento para medir la productividad</i>	38
<i>Tabla 11: Validez de juicio de expertos</i>	39
<i>Tabla 12: Diagrama de operaciones del proceso</i>	42
<i>Tabla 13: Inventario de máquinas del proceso de tapas de galón de diámetro 153, Metalpren s.a.</i>	52
<i>Tabla 14: Ficha técnica de la máquina prensa</i>	53
<i>Tabla 15: Ficha técnica de la máquina engomadora.</i>	54
<i>Tabla 16: Ficha técnica de la cámara de inspección.</i>	55
<i>Tabla 17: Ficha técnica del horno.</i>	56
<i>Tabla 18: Ficha técnica de la faja transportadora.</i>	57
<i>Tabla 19: Diagrama de análisis de procesos</i>	58
<i>Tabla 20: Medición del mantenimiento preventivo de METALPREN S.A, 2019</i>	59
<i>Tabla 21: Medición de la productividad pre test de METALPREN S.A, 2019</i>	61
<i>Tabla 22: Plan de capacitación</i>	65
<i>Tabla 23: Evaluación de las máquinas.</i>	66
<i>Tabla 24: FMEA de la prensa.</i>	67
<i>Tabla 25: FMEA de la engomadora.</i>	67
<i>Tabla 26: FMEA del horno</i>	68
<i>Tabla 27: FMEA de la cámara de inspección</i>	68
<i>Tabla 28: Planteamiento de alternativas</i>	69
<i>Tabla 29: Sistema detallado de averías de Metalpren.</i>	70

Tabla 30: <i>Programa de mantenimiento de la prensa.</i>	71
Tabla 31: <i>Programa de mantenimiento de la engomadora.</i>	72
Tabla 32: <i>Frecuencia de operaciones del mantenimiento.</i>	73
Tabla 33: <i>Costos de mano de obra</i>	74
Tabla 34: <i>Herramientas, materiales e insumos de la empresa metalpren.</i>	74
Tabla 35: <i>Stock de repuestos de metalpren.</i>	75
Tabla 36: <i>Costos de los repuestos, insumos y materiales.</i>	76
Tabla 37: <i>Tareas más frecuentes en una inspección de rutinas</i>	78
Tabla 38: <i>Hoja de Inspección Dinámica</i>	78
Tabla 39: <i>Orden de trabajo</i>	79
Tabla 40: <i>Reporte de averías</i>	79
Tabla 41: <i>Información a incluir en una hoja de rutina de lubricación</i>	80
Tabla 42: <i>Hoja de ruta para la lubricación</i>	81
Tabla 43: <i>Medición del mantenimiento preventivo de Metalpren s.a</i>	87
Tabla 44: <i>Medición de la productividad de Metalpren s.a</i>	89
Tabla 45: <i>Resumen de datos del post y pre test</i>	91
Tabla 46: <i>Inversión de los recursos materiales para la implementación del mantenimiento preventivo.</i>	92
Tabla 47: <i>Beneficios sociales del recuso humano.</i>	93
Tabla 48: <i>Inversión en recursos humanos (trabajadores) para la implementación del mantenimiento preventivo.</i>	93
Tabla 49: <i>Inversión en recursos humanos (Investigadora) para la implementación del mantenimiento preventivo.</i>	94
Tabla 50: <i>Inversión total de recursos humanos.</i>	94
Tabla 51: <i>Inversión total.</i>	94
Tabla 52: <i>Costo variable</i>	95
Tabla 53: <i>Calculo del margen de contribución.</i>	95
Tabla 54: <i>Análisis Beneficio/Costo.</i>	96
Tabla 55: <i>Costos variables</i>	96
Tabla 56: <i>Costo del sostenimiento del mantenimiento preventivo.</i>	97
Tabla 57: <i>DATOS</i>	97
Tabla 58: <i>Incremento en las ventas mensual</i>	98
Tabla 59: <i>Incremento del costo variable mensual</i>	98

Tabla 60: <i>Incremento del margen de contribución</i>	98
Tabla 61: <i>VAN y TIR en un escenario moderado</i>	100
Tabla 62: <i>Análisis de sensibilidad en los tres escenarios</i>	101
Tabla 63: <i>VAN y TIR en un escenario optimista</i>	102
Tabla 64: <i>VAN y TIR en un Escenario Pesimista</i>	103
Tabla 65: <i>Estadísticos Descriptivos Productividad</i>	105
Tabla 66: <i>Estadístico descriptivo Eficiencia</i>	106
Tabla 67: <i>Estadísticos Descriptivos Eficacia</i>	108
Tabla 68: <i>Prueba de normalidad de la Hipótesis General</i>	110
Tabla 69: <i>Estadísticos Descriptivos</i>	110
Tabla 70: <i>Estadísticos de prueba</i>	111
Tabla 71: <i>Prueba de normalidad Hipótesis Específica 1</i>	112
Tabla 72: <i>Estadísticos descriptivos 2</i>	113
Tabla 73: <i>Estadísticos de Prueba 2</i>	113
Tabla 74: <i>Prueba de Normalidad Hipótesis Específica 2</i>	114
Tabla 75: <i>Estadísticos Descriptivos 3</i>	115
Tabla 76: <i>Estadísticos de Prueba 3</i>	115

Índice de figuras

Figura 1: <i>Dominio de Fadesa</i>	2
Figura 2: <i>Producción de la industria de productos alimenticios</i>	3
Figura 3: <i>Envase de hojalata en buen estado</i>	5
Figura 4: <i>Envase de hojalata en mal estado</i>	5
Figura 5: <i>Tapas manchadas con goma</i>	5
Figura 6: <i>Ventas de envases de hojalata en el Perú, 2017</i>	5
Figura 7: <i>Diagrama de Ishikawa de la empresa METALPREN S.A, 2019</i>	6
Figura 8: <i>Diagrama de Pareto de los problemas de la empresa metralpren, 2019</i>	10
Figura 9: <i>Estratificación de problemas</i>	12
Figura 10: <i>Ubicación en maps de la empresa Metalpren S.A</i>	40
Figura 11: <i>Planta de Metalpren S.A</i>	41
Figura 12: <i>Lámina de hojalata</i>	43
Figura 13: <i>Máquina cortadora de metalpren s.a</i>	43
Figura 14: <i>Máquina prensadora de la empresa Metalpren S.A</i>	44
Figura 15: <i>Esqueleto de la hojalata</i>	44
Figura 16: <i>Máquina de curlingado de la empresa Metalpren s.a</i>	45
Figura 17: <i>Faja transportadora de la empresa metalpren s.a</i>	45
Figura 18: <i>Máquina de engomado de la empresa metalpren s.a</i>	46
Figura 19: <i>Máquina de engomado de la empresa Metalpren s.a</i>	46
Figura 20: <i>Sistema de engomado de la empresa Metalpren s.a</i>	47
Figura 21: <i>Tapas al salir de la máquina de engomado</i>	47
Figura 22: <i>Horno de la empresa Metalpren s.a</i>	48
Figura 23: <i>Máquina de horneado de la empresa Metalpren s.a</i>	48
Figura 24: <i>Tablero de control del horno de la empresa Metalpren s.a</i>	49
Figura 25: <i>Cámara de control de calidad de Metalpre s.a</i>	49
Figura 26: <i>Tapas trasportándose al área de embalado</i>	50
Figura 27: <i>Tapas en revisión de la empresa Metalpren, s.a</i>	50
Figura 28: <i>Tapas embaladas en mangas de 125 unidades, Metalpren, s.a</i>	51
Figura 29: <i>Tapas encajadas en dos mangas de 125 unidades c/u, Metalpren, s.a</i>	51
Figura 30: <i>Tapas emparihueladas, Metalpren, s.a</i>	52
Figura 31: <i>Disponibilidad</i>	60
Figura 32: <i>MTBF (Tiempo medio entre fallas)</i>	60

Figura 33:Eficiencia	62
Figura 34:Eficacia.....	62
Figura 35:Productividad	63
<i>Figura 36: Cronograma de implementación del mantenimiento preventivo en METALPREN S.A.....</i>	<i>64</i>
Figura 37: Proceso del mantenimiento preventivo antes de la mejora.	83
Figura 38: Proceso del mantenimiento preventivo después de la mejora.....	85
Figura 39:Disponibilidad	88
Figura 40:MTBF.....	88
Figura 41:Eficiencia después de la mejora.....	90
Figura 42:Eficacia después de la mejora	90
Figura 43:Productividad después de la mejora.....	91
Figura 44: <i>Productividad pre y post test</i>	<i>106</i>
Figura 45: <i>Eficiencia pre y post test</i>	<i>107</i>
Figura 46: <i>Eficacia pre y post test</i>	<i>109</i>

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, realizado bajo la modalidad de tesis, se desarrolló con el objetivo de determinar de que manera el mantenimiento preventivo mejora la productividad en la empresa Metalpren S.A, Callao, 2019.

La tipología utilizada corresponde a un estudio del tipo aplicado, de enfoque cuantitativo, además su nivel es explicativo, ya que busca explicar las causas y efectos de aplicar el mantenimiento preventivo en la línea de envases de hojalata. De la misma manera su diseño es experimental.

Debido a que el problema principal de la empresa Metalpren se basa en la baja productividad en la línea de envases de hojalata, la población está conformada por la producción de 30 días. Los datos se obtuvieron utilizando la técnica de la observación mediante herramientas como el reporte de trabajo y órdenes de mantenimiento.

Para el desarrollo de esta investigación, se hizo un seguimiento al historial productivo de las máquinas (línea de tapas de hojalata de diámetro 153) dichas máquinas fueron evaluados previamente para encontrar los problemas principales dentro de sus operaciones, para luego aplicar las programaciones de mantenimiento, adecuados para la mejora.

En los análisis de datos se utilizó programas como el Microsoft Excel y el SPSS V. 25, de manera descriptiva e inferencial. el cual permitió demostrar la mejora de la productividad en la línea de envases de hojalata, en la empresa Metalpren s.a en un 40%. Logrando también reducir el tiempo de paradas no programadas, aumentando la disponibilidad de las máquinas. Finalmente, se logra la hipótesis de investigación, con una significancia de la prueba de 0.000, demostrando que los datos estudiados provienen de una muestra significativa. De esta manera se validó el incremento de la productividad en la línea de envases de hojalata como consecuencia de la implementación del mantenimiento preventivo.

Palabras claves: Hojalata, Paradas no programadas, Productividad

ABSTRACT

This research work, carried out under the thesis modality, was developed with the objective of determining how preventive maintenance improves productivity at the company Metalpren S.A, Callao, 2019.

The typology used corresponds to a study of the applied type, with a quantitative approach, in addition its level is explanatory, since it seeks to explain the causes and effects of applying preventive maintenance in the tin packaging line. In the same way its design is experimental. Because the main problem of the Metalpren company is based on the low productivity in the tin packaging line, the population is made up of 30-day production. The data were obtained using the observation technique using tools such as work reports and maintenance orders. For the development of this investigation, the production history of the machines was monitored (tin lid line of diameter 153), these machines were previously evaluated to find the main problems within their operations, and then apply the maintenance schedules, suitable for improvement.

In the data analysis, programs such as Microsoft Excel and SPSS V. 25 were used, descriptively and inferentially. which allowed to demonstrate the improvement of productivity in the tin packaging line, in the company Metalpren s.a by 40%. Achieving also reduce the time of unscheduled stops, increasing the availability of machines.

Finally, the research hypothesis is achieved, with a significance of the test of 0.000, demonstrating that the data studied come from a significant sample. In this way, the increase in productivity in the tin container line was validated as a result of the implementation of preventive maintenance.

Keywords: Tinplate, Unscheduled Stops, Productivity

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

1.1.1. Nivel internacional

Hoy en día todas las empresas están exhibidas a habilidades por parte de todos sus competidores, esto se ve reflejado en todo el mundo, por eso es conveniente que el crecimiento sea constante en todas las áreas de la empresa para así poder mantener la confiabilidad de los clientes. Es por ello que se toma como ejemplo a la empresa con mayor dominio en el mercado y mayor demanda comercial en la venta de envases de hojalata, que viene hacer Fadesa. Según, Loyola Efraín (2017, p8), menciona que los envases de hojalata tanto en el exterior como en el interior del país se tiene gran demanda comercial y que el principal competidor para metalpren s.a viene a ser FADESA que domina el mercado ecuatoriano con un 42% y el mercado peruano con un 23%, y un 35% dominando otros mercados, ya que metalpren s.a también realiza exportaciones a Chile, Ecuador, Bolivia y Argentina. De tal manera indica que Fadesa cuenta con una productividad en porcentajes altos y esto no se escapa de tener fallas en sus máquinas en su línea de producción es muy importante mantener la productividad elevada ya que de este indicador indica la permanencia en el mercado. Esto indica que Fadesa también cuenta con fallas en sus máquinas y tiene un control de ello debido al mantenimiento constante que se realiza para poder tener una productividad elevada y así poder cumplir con las expectativas de todos sus clientes.

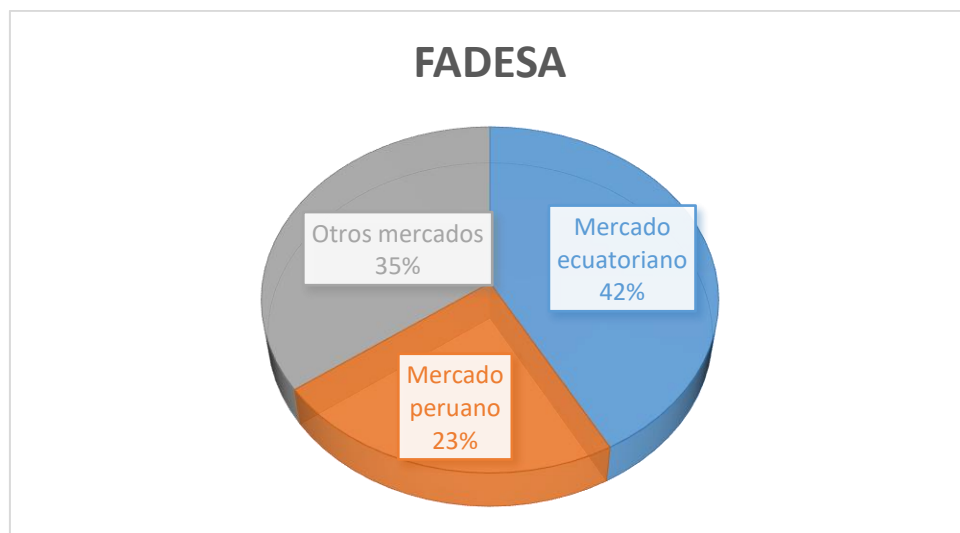


Figura 1: *Dominio de Fadesa*
Fuente: Loyola Efraín (2017)

1.1.2. Nivel nacional

Cercanos a un mundo tan voluble y presuroso por la globalización en varios frentes del ámbito empresarial logra que la competitividad de las empresas quiera abarcar todo el mercado mundial teniendo como propósito realizar alianzas con distintos países.

La competitividad de las empresas que fabrican envases de hojalata está diferenciada principalmente por la materia prima y por la manera como se fabrica.

La fabricación de la hojalata es principalmente para poder elaborar, tapas, envases y fondos metálicos, cual fin es conservar los productos alimenticios como vienen hacer las bebidas, las frutas, las conservas, etc. Como se ve en la siguiente figura la producción del sector alimenticio ha crecido entre el año 2016 y 2017 teniendo como mayor producción la leche evaporada con 481,933 toneladas en el 2016 y con 466,063 toneladas en el 2017 ya que es un alimento que se consume en mayor proporción, de lo cual sigue la elaboración de los envases de hojalata para las conservas de pescado, de verduras y frutas.

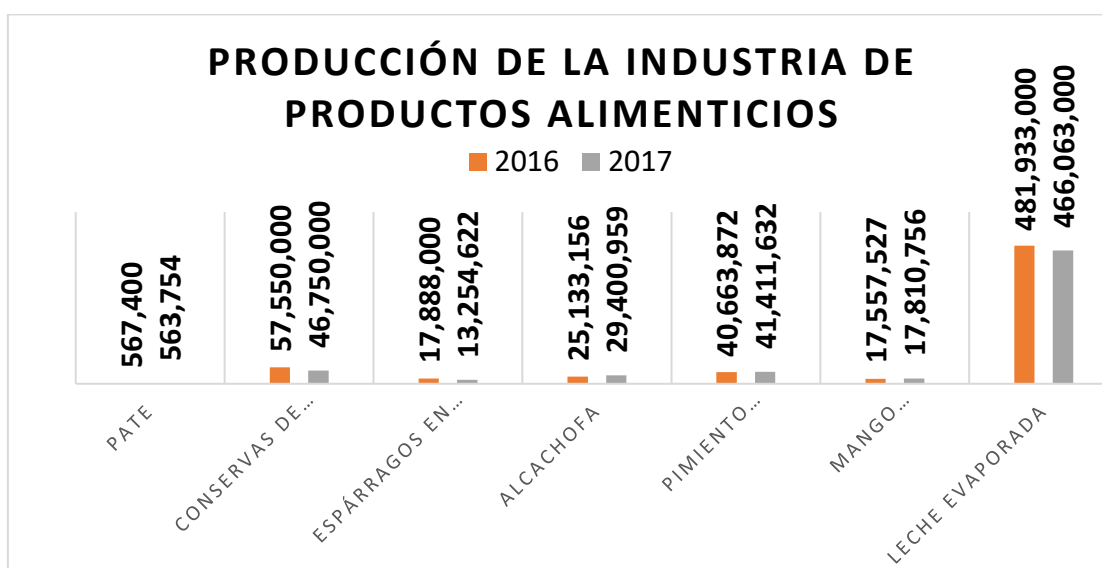


Figura 2: Producción de la industria de productos alimenticios

Fuente: INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) (2017)

Como se ve en la Figura 2, los productos nombrados son envasados en material de hojalata, para su mayor cuidado y preservación.

La producción de productos alimenticios ha venido aumentando en el transcurso de los años 2016 y 2017, teniendo como menor producción la elaboración de Pate con 567,400 kg en el año 2016 y con 563,754 kg en el año 2017. De igual manera le sigue las conservas de pescado con una producción de 57, 550, 000 toneladas en el 2016 y con 46, 750, 00 toneladas en el

2017. Le sigue los espárragos enlatados con 17, 888, 000 kg en el 2016 y con 13, 254, 622 kg en el 2017, por otro lado, viene los pimientos en conserva y deshidratados con 40, 663, 872 kg en el 2016 y con 41, 411, 632 kg en el 2017, después le sigue el mango congelado y en conserva con 17, 557, 527 kg en el 2016 y con 17, 810, 756 kg en el 2017, y por último se tiene a la leche evaporada que es la que más demanda tiene con 481, 933, 000 toneladas en el 2016 y con 466, 063, 000 toneladas en el 2017.

1.1.3. Nivel local

La empresa METALPREN S.A tiene sus inicios con máquinas antiguas pero atendidas por personal de alta calidad, desde el año 2016 la empresa METALPREN S.A vienen vendiendo a países cercanos como son Chile, Ecuador, Bolivia y Argentina, esto viene representado un 15% en la producción total y un 45% a nivel nacional es por eso que la empresa está bien posicionada en el mercado vendiendo en el 2017 un 48% de envases de hojalata siguiendo de la mano con la empresa FADESA que viene vendiendo el 23% de envases de hojalata, de ahí le siguen otros como EPINSA con 18%, PACKING con 5% como se puede apreciar en la figura 6.

Así como produce también tiene fallas en sus máquinas ya que no todas son de última generación, su mayor problema hoy en día es el área de producción de tapas de hojalata ya que pasa por la máquina de curlingado la cual cuenta con deficiencia en la elaboración de la tapa de hojalata ya que al momento de pasar por esa máquina la tapa se raspa o se deteriora, como en la figura 4, de tal manera que al pasar también por la mesa de engomado suceden constantes problemas de atraques de tapas y manchas de goma, como se puede apreciar en la figura 5.

Debido a que, no cuenta con un mecanismo de pasada más ligero debido a los desgastes de mecanismo como vienen hacer los desgastes de rodamientos, de ejes de transmisión, de los motores reductores, del sistema de bombas de vacío, derrames de aceite, todo esto se debe a la falta de personal calificado, falta de capacitaciones, ausencias de métodos de trabajo debido a que no cuentan con manuales de mantenimiento es por ello que el problema principal es por la falta de un mantenimiento preventivo para evitar las paradas o deterioro del producto a elaborar en este caso las tapas de hojalata.



Figura 3: Envase de hojalata en buen estado



Figura 4: Envase de hojalata en mal estado



Figura 5: Tapas manchadas con goma

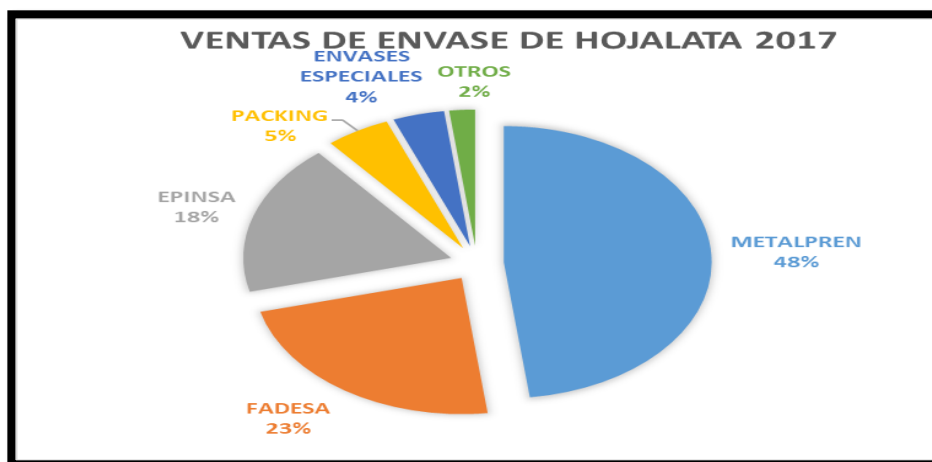


Figura 6: Ventas de envases de hojalata en el Perú, 2017

Fuente: Adaptado de Loyola, 2017, p8

A continuación, en la (figura 7) se presenta el diagrama de Ishikawa el cual muestra las causas problema que está pasando la empresa metalpren s.a.

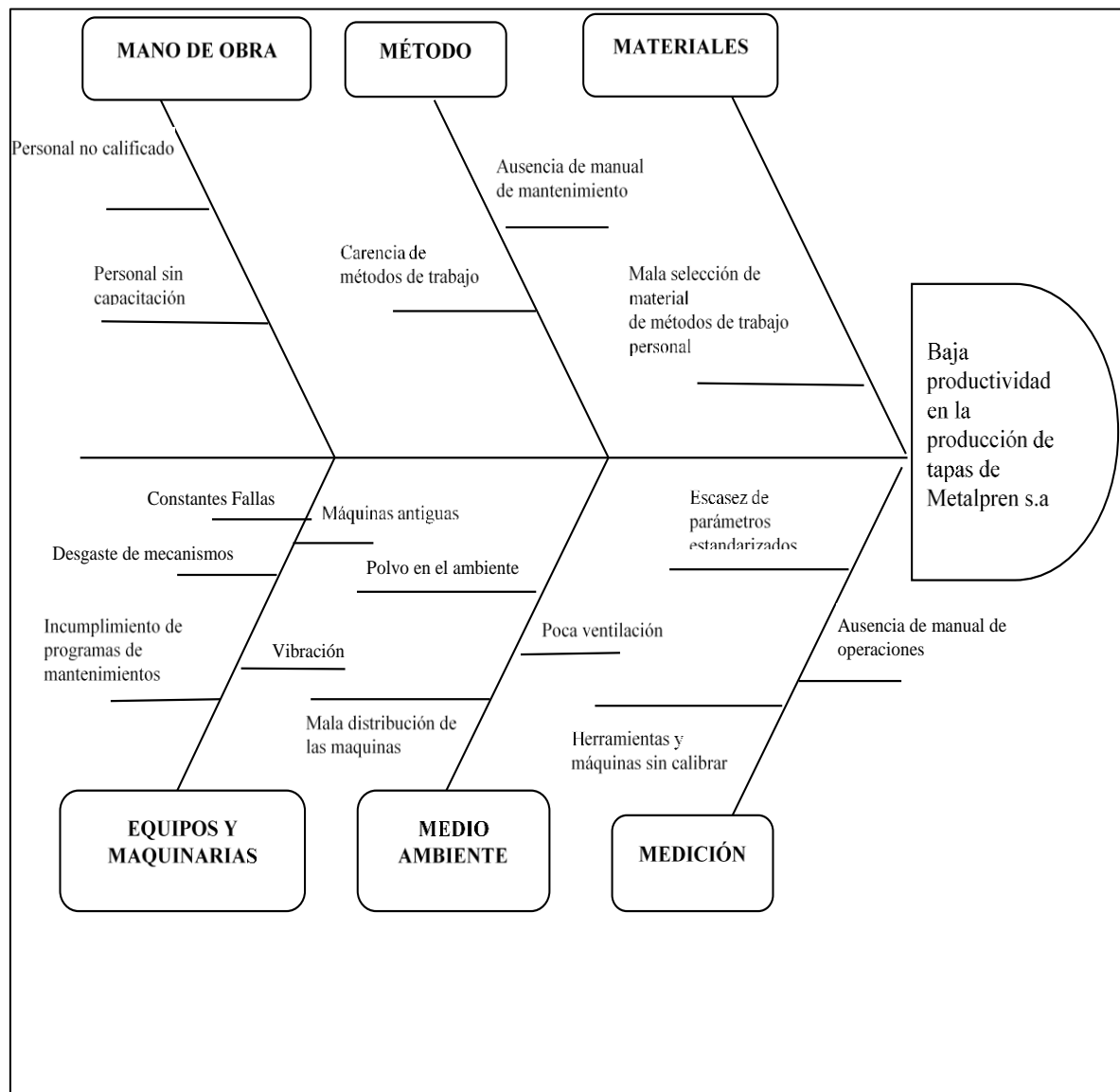


Figura 7: Diagrama de Ishikawa de la empresa METALPREN S.A, 2019

Fuente: Elaboración propia

El problema principal es el desgaste de las tapas de hojalata en la mesa de engomado y de curlingado por que la máquina tiene un material demasiado tosco, ya que es una máquina antigua y existe una mala calibración debido al desgaste de rodamientos, ya que el personal no está calificado para atender bien la máquina todo esto nos lleva a que existe una baja productividad.

En la Tabla 1 se muestran las causas por las cuales existe una baja productividad.

Tabla 1: Causas de la falta de mantenimiento preventivo en el área de producción de tapas en la empresa METALPREN S.A

Nro.	Causas
C1	Personal no calificado
C2	Personal sin capacitación
C3	Carencia de métodos de trabajo
C4	Ausencia de manual de mantenimiento
C5	Mala selección de material de métodos de trabajo
C6	Constantes fallas
C7	Incumpliendo de programas de mantenimiento
C8	Desgaste de mecanismos
C9	Máquinas antiguas
C10	Vibración
C11	Polvo en el ambiente
C12	Mala distribución de máquinas
C13	Poca ventilación
C14	Escasez de parámetros estandarizados
C15	Herramientas y máquinas sin calibración
C16	Ausencia de manual de operaciones

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se realizará un estudio de las causas con una herramienta de calidad que viene hacer la matriz de correlación la cual ayudará a obtener las causas más importantes que afectan al problema para luego plasmarlo en el diagrama de Pareto.

Tabla 2: Matriz de correlación de causas

		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	punt	%
C1: Personal no calificado	C1		0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	7	5.9
C2: Personal sin capacitación	C2	1		1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	8	6.8
C3: Carencia de métodos de trabajo	C3	1	0		0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	5	4.2
C4: Ausencia de manual de mant	C4	1	0	1		1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	11	9.3
C5: Mala selección de materiales	C5	0	0	0	0		0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2	1.7
C6: Constantes fallas	C6	0	0	1	0	1		1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	8	6.8
C7: Incumplimiento de programas	C7	0	1	0	0	1	0		0	0	0	1	1	1	0	0	1	6	5.1
C8: Desgaste de mecanismo	C8	0	0	1	0	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	12	10.2
C9: Máquinas antiguas	C9	0	1	1	1	0	0	1	0		0	1	1	1	0	0	0	7	5.9
C10: Vibración	C10	1	1	1	1	1	1	1	0	1		1	1	1	1	0	1	13	11.0
C11: Polvo en el ambiente	C11	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	1	4	3.4
C12: Mala distribución de máquinas	C12	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1		1	0	0	1	5	4.2
C13: Poca ventilación	C13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		0	0	0	2	1.7
C14: Escasez de parámetros	C14	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1		0	0	8	6.8
C15: Herramientas y máquinas sin calibración	C15	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1		1	12	10.2
C16: Ausencia de manual de Ope.	C16	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0		8	6.8
																		118	100%

Fuente: Elaboración propia

Se denota en la Tabla 2, que la empresa tiene problemas en la baja productividad debido a una ausencia de un mantenimiento preventivo ya que se puede observar que las máquinas tienen problemas con la vibración, con los desgastes de mecanismo, con las máquinas sin calibrar, por la ausencia de un manual de mantenimiento o también un manual de operaciones debido a constante falta de capacitación por las fallas que tienen las máquinas en el área de trabajo por varias causas como: la falta de parámetros, el personal no calificado, las máquinas antiguas, la ausencia de métodos o incumplimiento de programas y entre otras más, por lo tanto esto permite mejorar la productividad en un 40% en la empresa METALPREN S.A.

Tabla 3: Número de ocurrencias de causas encontradas

CAUSAS	FRECUENCIA	%	ACUMULADO	% ACUMULADO	
C10: Vibración	13	11.02%	13	11%	80%
C8: Desgaste de mecanismo	12	10.17%	25	21%	
C15: Herramientas y máquinas sin calibración	12	10.17%	37	31%	
C4: Ausencia de manual de mantenimiento	11	9.32%	48	41%	
C16: Ausencia de manual de Operaciones	8	6.78%	56	47%	
C2: Personal sin capacitación	8	6.78%	64	54%	
C6: Constantes fallas	8	6.78%	72	61%	
C14: Falta de parámetros	8	6.78%	80	68%	
C1: Personal no calificado	7	5.93%	87	74%	
C9: Máquinas antiguas	7	5.93%	94	80%	
C7: Incumplimiento de programas	6	5.08%	100	85%	
C3: Ausencia de métodos	5	4.24%	105	89%	
C12: Mala distribución de máquinas	5	4.24%	110	93%	20%
C11: Polvo en el ambiente	4	3.39%	114	97%	
C5: Mala selección de materiales	2	1.69%	116	98%	
C13: Poca ventilación	2	1.69%	118	100%	
	118	100%			

Fuente: Elaboración propia

Se puede afirmar que la cantidad mayor de causas se debe por la baja productividad debido a las vibraciones en la maquina con un (10.92%), desgaste de mecanismo con un (10,08%), la falta de calibración con un (10.08%), ausencia de manual de mantenimiento con un (9.24%), ausencia de manual de operaciones (7.56%), falta de capacitación (6.72%), constantes fallas (6.72%), falta de parámetros (6.72%), personal no calificado (5.88%), máquinas antiguas (5.88%), incumpliendo de programas (5.04%), ausencia de métodos con un (4.20%), los cuales son los que más influyen la baja productividad de la empresa con un 80% acumulado.

Aquí se presenta en la figura 8, la herramienta diagrama de Pareto el cual ayudará a saber que causas son más importantes.

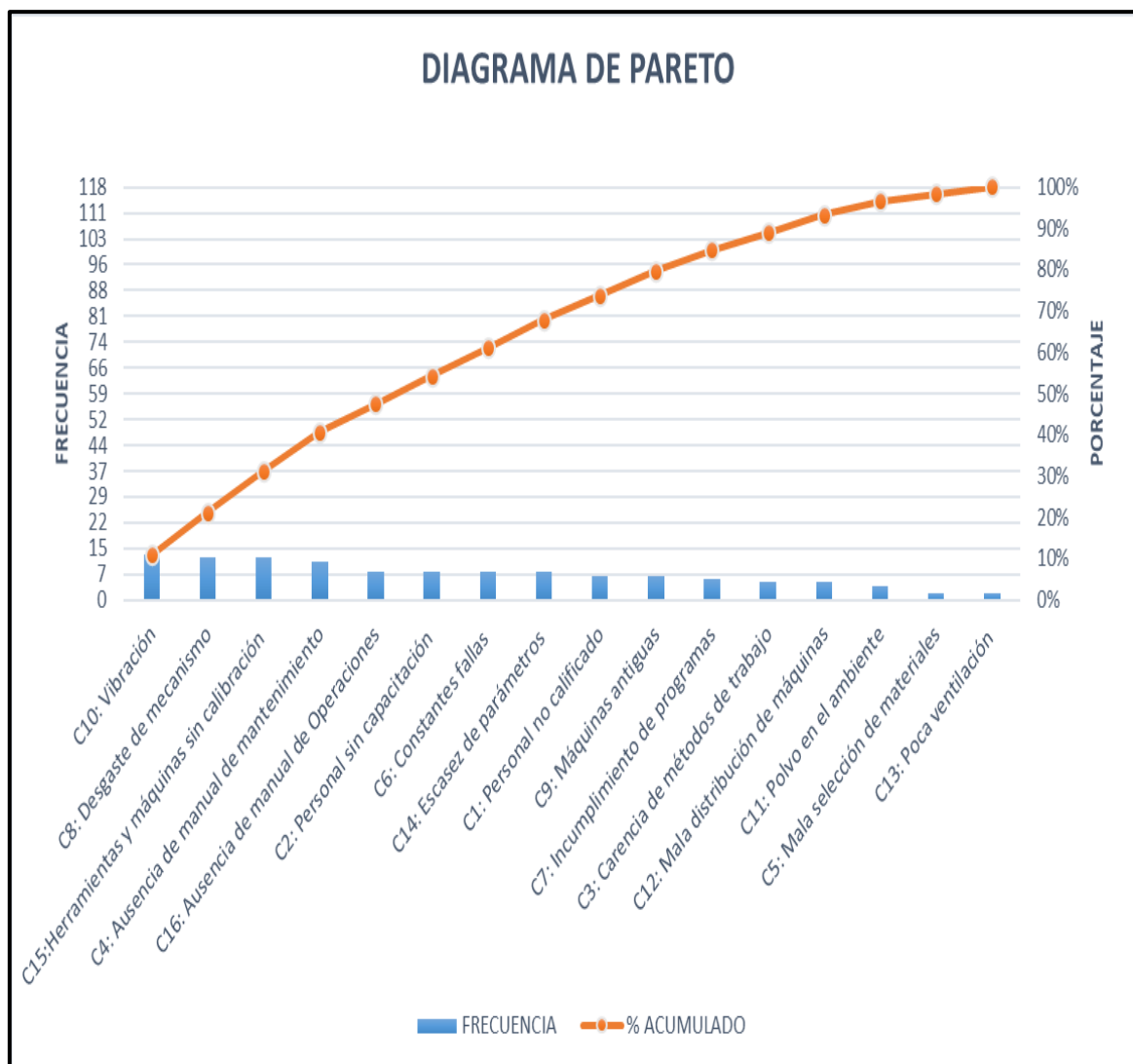


Figura 8: Diagrama de Pareto de los problemas de la empresa metralpren, 2019

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de Pareto, se puede notar que los problemas más importantes son, las vibraciones, los desgaste de mecanismo, las herramientas y máquinas sin calibrar, debido a la ausencia de un manual de mantenimiento como también un manual de operaciones, por la falta de capacitación que ocasionan fallas consecuentes en el área, al no tener parámetros por causa de un personal no calificado, de igual forma, las máquinas antiguas que no cumplen los programas pactados por la carencia de métodos, como también la mala distribución de máquinas y la mala selección de materiales, que logran ocasionar polvo en el ambiente en vista que existe poca ventilación en el área.

Aquí se muestra la Tabla 4, donde se presentan las causas encontradas con sus respectivas alternativas de solución.

Tabla 4: Alternativas de solución

Nro.	Causas	Alternativa de solución	Herramientas de soporte
C1	Personal no calificado	Mejora continua	Capacitación cruzada
C2	Falta de capacitación del personal	Mejora continua	Capacitación cruzada
C3	Ausencia de métodos de trabajo	Estudio de trabajo	Medición de trabajo
C4	Ausencia de manual de mantenimiento	Mantenimiento preventivo	Mantenimiento productivo total
C5	Mala selección de material de métodos de trabajo	Just in time	Coordinación
C6	Constantes fallas	Mantenimiento preventivo	MTP
C7	Incumpliendo de programas de mantenimiento	Mantenimiento preventivo	Coordinación
C8	Desgaste de mecanismos	Mantenimiento preventivo	MTP
C9	Maquinas antiguas	Mantenimiento preventivo Remodelación	Remodelación
C10	Vibración	Mantenimiento preventivo	MTP
C11	Polvo en el ambiente	5S	Limpieza
C12	Mala distribución de maquinas	5S	5S Ordenamiento
C13	Poca ventilación	5S	5S
C14	Falta de parámetros estandarizados	Mantenimiento preventivo Coordinación	Coordinación
C15	Falta de calibración de herramientas	Mantenimiento preventivo	MTP
C16	Ausencia de manual de operaciones	Mantenimiento preventivo	Coordinación

Fuente: Elaboración propia

Dada la variedad de causas que generan la falta de Mantenimiento preventivo y esto ocasiona la baja productividad en la empresa, se estratifican las causas de la (Tabla 5) en la figura 9 a continuación:

Tabla 5: Estratificación de causas

Macroprocesos	Frecuencia
PROCESO	1
GESTIÓN	3
CALIDAD	3
MANTENIMIENTO	9

Fuente: Elaboración propia

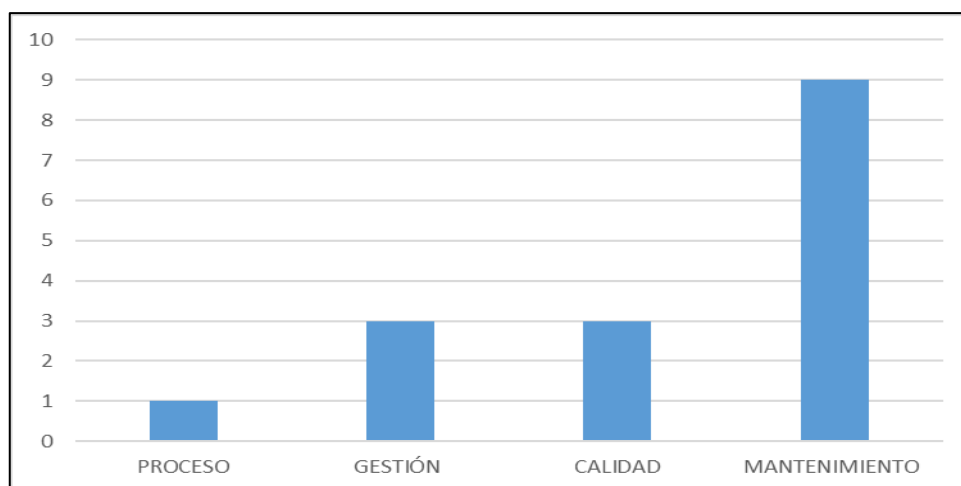


Figura 9: Estratificación de problemas

Fuente: Elaboración propia

La baja productividad nace en el área Mantenimiento, por lo tanto, es importante orientar una solución se propone las siguientes alternativas: El just in time, la mejora continua, el mantenimiento y las 5s, brindadas en la (tabla 6).

Tabla 6: Criterios de evaluación de alternativas de solución

ALTERNATIVAS	CRITERIOS				TOTAL
	COSTO	TIEMPO	IMPACTO SOCIAL	IMPACTO EN EL PROCESO	
JUST IN TIME	2	1	2	2	7
MEJORA CONTINUA	3	4	1	3	11
MANTENIMIENTO	4	3	3	4	14
5S	1	2	4	1	8

Fuente: Elaboración propia

Entre los criterios que son más pertinentes para la investigación y contexto son el costo, el tiempo, el impacto social y el impacto en el proceso, como se podrá notar, según los criterios la alternativa de mayor solución viene hacer el de mantenimiento en el área de producción y esta será mi variable independiente, ya que el mantenimiento ayudará a mantener los equipos en óptimas condiciones, para que puedan operar de manera adecuada, debido a que mejorará o reducirá las principales causas que tienen las máquinas como las vibraciones, los desgastes de mecanismo, las herramientas sin calibrar, entre otras que llegan a ocasionar la baja productividad en la empresa.

1.2. Trabajos Previos

Kang K, Subramaniam V, (2018) en su artículo “*Integrated control policy of production and preventive maintenance for a deteriorating manufacturing system*”. Se propone una producción integrada y control de mantenimiento preventivo con el objetivo de evolucionar la política de control óptimo en nivel de cobertura, nivel de mantenimiento y de tasa de producción, para así poder minimizar el costo total de producción. En este trabajo se investiga el deterioro de mantenimiento y el control de la producción. El problema de esta investigación es la insatisfacción de la demanda y los costos excesivos de los cuales causan atrasos. Por eso se concluye, que el control de la tasa de mantenimiento preventivo depende del nivel de inventario y la confiabilidad del sistema. El nivel de mantenimiento, que representa el tiempo y el costo invertido en la actividad de mantenimiento, generalmente se ignora en la literatura. Por lo tanto, se propone un modelo de control integrado que considere no solo el intervalo de tiempo flexible de mantenimiento preventivo, es por ello que este modelo propuesto es capaz de lograr que se minimicen los costos al mejorar el rendimiento de la producción. Se logra la reducción máxima de costos a un 9,2% cuando el mantenimiento preventivo es igual a 0.1 y se alcanza la reducción de costos mínima cuando el nivel de mantenimiento preventivo es igual a 0.7. Es por ello que con el modelo propuesto se mejora el desempeño económico. En este artículo podemos tener el aporte de como un modelo de control sobre el mantenimiento preventivo puede mejorar los costos e incrementar la productividad.

Yang L, Zhao Y, Peng R, Ma X, (2017) en su artículo “*Hybrid preventive maintenance of competing failures under random environment*”. Se estudia un sistema industrial reparable sujeto a dos tipos de fallas: La primera falla está basada a la degradación, la segunda falla es de fallo repentino. Los dos tipos de falla se encuentran ocultos y solo se pueden ver mediante una inspección manual. El objetivo de este documento es optimizar conjuntamente el Intervalo de reemplazo, el Intervalo de monitoreo y el criterio de confiabilidad, de modo que se minimice el costo esperado por unidad de tiempo, se desarrolla una estrategia de mantenimiento híbrida enfocada en condiciones para evitar algunas fallas. El modelo de fiabilidad. Además, una combinación de mantenimiento basado en la edad y basado en la condición el mantenimiento está dispuesto para garantizar una asignación óptima de recursos de mantenimiento y, en consecuencia, el límite de control no constante se esquematiza con el fin de evitar el mantenimiento excesivo. En estos casos el mantenimiento garantiza la realización

óptima de recursos. Este documento presenta el estudio de dos temas, el primer tema es la implementación de la estrategia de mantenimiento híbrido a varios procesos en deterioro múltiple y el segundo tema es la utilización de mantenimiento imperfecto. La estrategia de mantenimiento híbrido a múltiples estados y procesos de deterioro múltiple. El segundo es la utilización del mantenimiento imperfecto (incluida la inspección y reparación imperfectas) para el fallo de la competencia. Se concluye que el sistema se reemplaza por la antigüedad que tiene y está sujeto a un monitoreo de condición antes del reemplazo ya que el límite de control de reemplazo preventivo varía con el monitoreo de condición y esto está determinado por el criterio de confiabilidad reduciendo los costos en un 15,4%. El aporte para esta investigación es como el mantenimiento preventivo, basándose en la inspección manual, el reemplazo de herramientas, y el monitoreo de las máquinas, ayudan a mejorar las fallas repentinas que se puede tener la máquina logrando así minimizar sus costos.

Kulkarni M, Pandey D, Vrat P, (2011) en su artículo de revista "*A methodology for joint optimization for maintenance planning, process quality and production scheduling*". El principal problema de esta investigación es los modos de falla que tienen las máquinas, como es el modo de falla I, el cual conduce a la ruptura inmediata de la máquina, y el modo de falla II, el cual conduce a la reducción en la calidad del proceso. El objetivo es determinar el intervalo de mantenimiento preventivo óptimo y los parámetros del cuadro de control. La calidad es una de las políticas operativas clave, que afectan el rendimiento de cualquier sistema de fabricación. A pesar del posible efecto de interacción entre estas decisiones, no hay muchos enfoques científicos basados en modelos disponibles para optimizarlas simultáneamente, el mantenimiento tiene un gran impacto en la eficiencia y la calidad junto con la disponibilidad de equipos. El Modo de falla I, se detecta inmediatamente cuando trae la máquina al instante al estado de descomposición. Sin embargo, el modo de fallo II se detecta después de un retardo de tiempo a través del mecanismo del gráfico de control. Es por ello que se llevará a cabo el mantenimiento preventivo (PM) para reducir el costo de tiempo de inactividad no planificado. Sin embargo, PM también consume tiempo y recursos, que de otra manera podrían ser utilizados para la producción. Por lo tanto, la optimización del mantenimiento preventivo se realiza para lograr un equilibrio entre el costo de la falla y el costo del mantenimiento preventivo. Este trabajo propone un modelo para la integración de MP y procesos de control de calidad. El modelo permite la optimización conjunta de los cuadros de control de calidad y el intervalo de mantenimiento preventivo. Se puede concluir que el

modelo propuesto llega a disminuir los costos en un 80% y así incrementando la calidad del proceso.

Yang L, Ye Z, Lee C, Yang S, Peng R, (2019), en su artículo de revista “*A two – phase preventive maintenance policy considering imperfect repair and postponed replacement*”, con el objetivo de maximizar los ingresos generados por el rendimiento - Contrata basado. Un marco de mantenimiento de dos fases se construye para congrega los defectos, incorporando el efecto integral de la inspección y reparación imperfectas, permitiendo el reemplazo diferido a través de la limitación del número de inspecciones. El sistema prueba un estado dañado antes del fallo y crea señales que sugieren el requisito. La política de mantenimiento consta de dos fases: fase de mantenimiento imperfecto continuamente de una fase de reemplazo aplazada. En la fase de mantenimiento imperfecto, la inspección se lleva a cabo para revelar el estado defectuoso, lo que conduce a una posible reparación. De tal manera la inspección como la reparación son imperfectas. En la fase de reemplazo pospuesto, el reemplazo preventivo se lleva a cabo durante la próxima ventana de mantenimiento programada, antes de lo cual no se realizan reparaciones. Se concluye que los resultados en la planta de acero muestran que la política de mantenimiento propuesta supera algunas políticas de mantenimiento existentes en términos de ingresos netos. Usualmente un plan de mantenimiento realizado puede reducir los riesgos de fallas de una máquina pudiendo ahorrar recursos de mantenimiento y por lo general disminuir la disponibilidad del sistema en un 0.5%. El rápido desarrollo de las tecnologías de monitoreo accede a la aplicación más amplia del mantenimiento en la industria. Ya que el monitoreo detecta señales de defecto en la calidad como las vibraciones excesivas, las abolladuras, la corrosión por picadura y la fatiga de las máquinas. Este artículo tiene un aporte para esta investigación de como con el mantenimiento preventivo a través de la inspección y reparación ayudan a prevenir con tiempo las posibles fallas que pueda tener la máquina.

Hyunju Lee, Ji Hwan Cha, (2016), en su artículo de revista “*New stochastic models for preventive maintenance and optimization of maintenance*”. Este documento pretende estudiar el problema del mantenimiento preventivo óptimo basado en un nuevo proceso de conteo, proporcionando un estocástico. Modelo para PM que soporta un proceso de reparación mínimo. Examina las políticas de mantenimiento preventivo regular para un sistema reparable en falla. En cada falla, el sistema se recompone y en los tiempos proyectados, se conserva regularmente para mejorar su rendimiento de confiabilidad. Las acciones de mantenimiento se dividen en dos tipos: el mantenimiento correctivo que se utiliza para una máquina reparable en deterioro o al no poder recuperar el sistema de una falla y el mantenimiento preventivo es la acción que se lleva a cabo a la hora pronosticada para así poder mejorar el sistema de la máquina. Se concluye que la herramienta probabilística resuelve problemas prácticos de confiabilidad ya que el nuevo tipo de reparación se puede aplicar de una manera útil. Este artículo nos ayudara para saber cómo el mantenimiento correctivo de la mano con el mantenimiento preventivo se puede saber la confiabilidad de las máquinas.

Gómez Huamán, Jonathan (2017) en su tesis “Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el área de maestría en la empresa B&B Linsa S.A.C, Lima” tiene como problema la baja productividad en el área de maestría, tiene como objetivo determinar como la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la productividad en el área de maestría en la empresa B&B Linsa S.A.C- Lima 2017. Esta investigación es de tipo aplicada y de diseño cuasi experimental. El resultado que se llega a obtener en esta investigación es la notable disminución en la cantidad de fallas aumentando así la disponibilidad y confiabilidad de sus equipos. Se concluye que se logra obtener la aceptación de la hipótesis general, por tanto, la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la productividad en el área de maestría de la empresa B&B Linsa SAC, en un 42%, con una eficacia de 24% y una eficiencia de 18% logrando así reducir notablemente los costos de la empresa. Esta investigación logra aportar como el mantenimiento preventivo aumenta la confiabilidad operacional de las máquinas.

Sánchez Castro, Cesar (2016) en su tesis “Programa de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en la planta 1 de la empresa agroexportadora Gandules Inc. Sac, Jayanca, Lambayeque” tiene como problema la baja productividad en la planta 1 de la empresa, tiene como objetivo evaluar la criticidad de las máquinas en la planta 1 de la empresa agroexportadora GANDULES INC SAC. Esta investigación es de tipo descriptiva ya que comprende la descripción y análisis de los fenómenos que ocurren en la empresa. Se concluye que se ha esquematizado la propuesta de plan de mantenimiento preventivo para los equipos de más alta criticidad y se ha incrementado la productividad en gestión del trabajo en un 37%, en organización del material un 54% y en métodos de trabajo 55%. Esta investigación logra aportar como el mantenimiento preventivo ayuda a saber que equipos tienen mayores y consecuentes fallas.

Gonzales Guzmán, Jorge (2016) en su tesis “Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa LATERCER S.A.C” tiene como objetivo plantear un mantenimiento preventivo y planificado para que así se pueda lograr la eficiencia máxima de las máquinas mejorando la producción con el correcto mantenimiento que se realice, haciendo un buen mantenimiento preventivo se llega a reducir las paradas innecesarias que llevan a tener pérdidas de tiempo a la empresa, ya que también reduce la materia prima que se puede malograr en las paradas inesperadas de esta manera se puede elevar el nivel de competitividad al tener un proceso de manera continua . El resultado que se llega a obtener es la correcta implementación del mantenimiento preventivo que genera seguridad o confiabilidad en los equipos al momento de ejecutarse y también el incremento de capacidad de las máquinas para que funcionen de manera inmediata sin ocasionar daños laborales como materiales. Es por ello que se concluye que la propuesta de implementar un mantenimiento preventivo en las distintas máquinas en la línea de producción, el número de paradas mensual se reduce, teniendo un 80% de eficiencia en toda la producción de la empresa. Esta investigación aporta la implementación de un mantenimiento preventivo para poder reducir las paradas innecesarias que hacen tener perdidas en la materia prima y en el tiempo logrando aumentar su rentabilidad y producción.

Rivera Reina, Daniel (2017) en su tesis “Aplicación del método SMED para incrementar la productividad en la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú, lima (2017). Pasa por un problema con el exceso tiempo que se toma en el arranque de línea, tiene como objetivo determinar como la aplicación del método SMED incrementa la productividad en la línea de producción. El nivel de esta investigación viene a ser nivel explicativo y de enfoque cuantitativo. En esta investigación se utiliza la herramienta smed para reducir los tiempos e incrementar la eficiencia y la eficacia de la línea de envases de hojalata, de tal manera se aumentará la productividad tomando los datos antiguos y se comparando con los datos nuevos que se tomaron para así brindar un indicador para un plan de mejora. Los resultados obtenidos con la metodología smed fue el incremento de la eficiencia de 36.9 % a 73.3% de eficacia fue de 34.4% a 68.3% y de productividad de 13.8% a 50.1%. Tiene un aporte de como el método smed reduce los tiempos en la línea de envase.

Sunción Espinoza, Priscila (2017) en su tesis “Aplicación del mantenimiento productivo total para incrementar la productividad en la línea de producción en la empresa MGO s.a.c” Esta empresa pasa por un problema de baja productividad debido al reemplazo que están teniendo sus productos por los productos chinos debido a la inadecuada infraestructura, como también la falta de gestión, control y mantenimiento en su línea de producción, tiene como objetivo determinar como la aplicación del mantenimiento productivo total incrementará la productividad. Este trabajo es de nivel experimental ya que tiene como propósito realizar solo la primera etapa del mantenimiento productivo total ya que esta abarca al control de los procesos con el fin de llegar a una estandarización de herramientas de labor en la elaboración de mandriles (pieza para maquinas selladora de latas). Teniendo como conclusión que la productividad mejoro en la producción un 0.06% en la empresa MGO s.a.c. Es por ello que esta investigación aporta el ejemplo como el mantenimiento productivo total abarca el control de los procesos.

Gálvez Recuay, Carlos (2015) en su tesis “Diseño de un sistema de abastecimiento de envases de hojalata a la línea de producción de pimienta en conservas en la empresa Green Perú s.a, pasa por un problema de desabastecimiento de su materia prima por no tener un transporte adecuado, teniendo como objetivo determinar una continua serie de factores de diseño adecuadamente para implementar un sistema de abastecimiento continuo. Esta investigación es de diseño experimental y de nivel explicativo. Ya que el incremento que está teniendo este producto en los últimos años requiere de una gran cantidad de envases de hojalata y el área de producción no se puede abastecer de forma manual es por ello que tiene un déficit en la capacidad de suministros de envases de hojalata y esto conlleva a tener retrasos en la producción. De tal manera la empresa propone diseñar un sistema de descarga y transporte en los envases en fajas transportadoras plásticas. Se llega a concluir que con la implementación del sistema continuo se redujo el costo por unidad y aumento la productividad a 8.5% más de lo habitual. Por lo tanto, este trabajo nos da a conocer como a través del abastecimiento continuo se logra aumentar la productividad en la empresa.

1.3. Teorías Relacionadas

1.3.1. Mantenimiento

Para Olivera, Harbey (2017, p11). El mantenimiento industrial de manera global es una tarea dirigida a mantener las maquinas en términos óptimos de operatividad, mediante un periodo especifico al menor costo y así satisfaciendo las expectativas de los dueños y empleados. También se dice del mantenimiento como el conjunto de técnicas y sistemas que permiten anticipar las averías, para que así poder tener reparaciones eficaces.

1.3.2. Historia del mantenimiento

Según Olivera Harbey, (2017, p9). Entre el periodo del siglo XVIII y XIX, durante la revolución industrial con los primeros equipos, se llegó a cabo el inicio de los trabajos de reparación por que se dieron cuenta las constantes fallas que tenían los equipos que ocasionaban paradas en la producción. Y así nació la apresuración de comenzar a dirigir las fallas que hace 20 años empezaron a aparecer, las primeras estadísticas sobre tasas de falla en los equipos de aviación y en los motores. Es por eso que se dice que el mantenimiento va conjunto con el desarrollo industrial ya que con la aparición de las primeras máquinas se dieron las

primeras reparaciones que era el resultado de los constantes esfuerzos que hacían los equipos. En el año 1950 los japoneses originaron el reciente concepto de mantenimiento debido a que se seguía las indicaciones de los fabricantes que venían en los equipos de cómo se deben cuidar con el mantenimiento, esta nueva tendencia se llamó Mantenimiento preventivo. Tomó aproximadamente 10 años para la internacionalización del mercado innovando nuevos modelos de mantenimiento para poder lograr una excelencia y una mejor calidad en la producción de la empresa.

1.3.3. El mantenimiento

Mantenimiento viene hacer al conjunto de tareas que se usan para poder monitorear el estado técnico de los elementos que contiene una máquina, buscando una mejor calidad y eficacia.

1.3.4. Tipos de mantenimiento

1.3.4.1. Mantenimiento correctivo

Según Pistarelli Alejandro, (2010 p60) menciona que el mantenimiento correctivo se basa en la reparación de fallas funcionales o averías a medida que se van ocasionando, el operador es el encargado de identificar los defectos de las máquinas y también el operador es el que informa al personal especializado en reparaciones.

1.3.4.2. Mantenimiento predictivo

Para Pistarelli Alejandro (2010, p61) indica que el mantenimiento predictivo se puede predecir las fallas mediante seguimiento, detectando síntomas prematuros de deterioros o desajustes, en tiempo antes que se produzca una parada innecesaria.

1.3.4.3. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo o planificado, tiene como fin de dar a saber el estado sistemático de los equipos para poder programar las actividades que deben realizarse en el momento oportuno. A su vez, el mantenimiento planificado se refiere a que no se debe esperar a que las máquinas fallen para hacerles una reparación, sino que se programen los recambios con el tiempo necesario antes de que se presente la falla. (ALAVEDRA et al, 2016, p. 12)

Para Pistarelli Alejandro (2010, p61) menciona que el mantenimiento preventivo es el encargado de disminuir las paradas innecesarias o no programadas, aprovechando así todo momento oportuno para poder realizar mejor la producción como también el mantenimiento, logrando preparar las herramientas, repuestos e insumos y de tal manera seleccionar un personal más calificado.

El mantenimiento preventivo es también llamado mantenimiento planificado o planeado ya que incluye intervenciones programadas para la reparación de cambio de componentes sin importar su estado de condición al momento de realizar la tarea.

Dentro de un plan de mantenimiento preventivo encontramos:

- Reemplazo de equipos, subconjuntos, componentes o piezas.

Trascurrido un lapso los mecanismos o elementos notan algún desgaste natural o fatiga, lo que causa probablemente una falla debido a la corrosión, erosión, oxidación o ciclos térmicos es por ello por lo que la restauración del equipo se da debido a los reemplazos de sus componentes.

- Revisión, conservación o restauración de ítems.

De igual manera la revisión de los componentes se consideran rutinas de mantenimiento, esto consiste en controlar o revisar de forma programada los equipos para llevarlos a su condición natural, necesariamente requiere el desmontaje, desarme o inspección del sistema.

- Rutinas de Inspección y chequeos de recorrida.

Son parte del plan preventivo ya que presentan acciones concretas para la conservación de la condición básica y para corregir defectos.

- Limpieza, ajustes y lubricación

Todos los componentes necesitan estar en estado óptimo es por eso que necesitan acciones de conservación y esto se lleva a cabo mediante rutinas periódicas de lubricación, ajuste, regulación o limpieza preventiva.

- Calibración.

El ajuste de parámetros en los instrumentos de proceso se denomina calibración. Es una acción del mantenimiento preventivo que ayuda a medir, controlar y ajustar los parámetros de proceso de acuerdo con patrones certificados.

Desde la perspectiva del TPM, este apunta al mantenimiento planeado o preventivo como el diseño de estándares especializados, control, recambio y reparación es por ello, que para el despliegue de este pilar el TPM plantea 6 pasos:

Tabla 7: Resumen de los 6 pasos del pilar mantenimiento preventivo.

6 PASOS DEL PILAR MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
PASO 1	Evaluar el equipo, su contexto operativo y las condiciones iniciales.	Definir un criterio para priorizar equipos.
		Seleccionar los equipos y definir su contexto operativo.
		Reunir datos históricos y medir la duración de las fallas.
		Establecer el MTBF y fijar metas.
		Definir objetivos e indicadores del mantenimiento.
PASO 2	Suprimir el deterioro y corregir deficiencias.	Proponer mejoras y rediseños que aumenten el MTBF.
		Erradicar las fallas crónicas con métodos de mejora continua.
		Proponer mejoras para los procesos de operación.
PASO 3	Crear o mejorar el sistema de información	Establecer una base de datos para las fallas.
		Crear un sistema para el manejo de datos.
		Controlar los gastos de mantenimiento.
		Administrar datos técnicos, (repuestos materiales)
PASO 4	Mejorar el proceso de mantenimiento periódico.	Elaborar un plan de mantenimiento periódico en base a criterios de prioridad.
		Desarrollar estándares de inspección para los especialistas.
PASO 5	Mejorar el proceso de mantenimiento (predictivo/ proactivo)	Evaluar las técnicas proactivas y predictivas vigentes y proponer mejoras.
		Ampliar el modelo para aquellos modos de falla.
		Investigar técnicas alternativas de diagnóstico.
PASO 6	Optimizar integralmente el proceso "Mantenimiento planeado o preventivo"	Evaluar la confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de los sistemas prioritarios.
		Cuantificar el beneficio de las tareas preventivas y predictivas.
		Planear objetivos de mejora para los costos de mantenimiento.

Fuente: Pistarelli, 2010 p417

1.3.4.4. Objetivos del mantenimiento

Según Pistarelli, A (2010, p73) indica que los objetivos del mantenimiento preventivo son los siguientes.

- Aumentar la disponibilidad de los activos industriales a través de la disminución de las detenciones no programadas.
- Mejorar la calidad de los productos y servicios.
- Minimizar las averías de los equipos.
- Minimizar los gastos debido a reparaciones de emergencia.
- Disminuir el riesgo para el personal en las operaciones de producción y mantenimiento.
- Disminuir el impacto ambiental por medio de una mejor planificación de tareas.

1.3.4.5. Indicadores del Mantenimiento

- Disponibilidad

Para Pistarelli, A (2010, p.51) indica que la disponibilidad es la cantidad de equipos que están óptimos y seguros a trabajar con relación al porcentaje de tiempo que se encuentra disponible todo el proceso de producción.

$$D = \frac{T_o - T_{np}}{T_o} \times 100\%$$

Donde:

D : Disponibilidad

T_o :Tiempo disponible para operar

T_{np} : Tiempo de paradas no programadas

- MTBF (Mind Time Between Failure) (Tiempo medio entre fallas)

El tiempo medio entre fallas para Pistarelli, A (2010, p27) ayuda a indicar la frecuencia con la cual sucede una avería, con la condición de poder reparar dicha máquina es por ello que se expresa como el tiempo establecido para operar (T_o), menos el tiempo por parada no programadas (T_{np}), dividido entre la cantidad total de fallas (Cf) detectadas durante el tiempo de operación.

$$MTBF = \frac{T_o - T_{np}}{(Cf)}$$

Donde:

MTBF: Mean Time Between Failure (Tiempo medio entre fallas)

T_o : Tiempo disponible para operar

T_{np} : Tiempo de paradas no programadas

C_f : Cantidad total de fallas

Averías

LINARES (2015; pp. 15-20) menciona que una máquina está pasando por una falla o avería cuando deja de realizar sus actividades de una manera correcta a la que fue diseñada. Dicho de otra manera, una avería es la pausa que padece una máquina y que le dificulta ejecutar su actividad para la que fue creada. Ya cuando se produce el fallo de una parte, se dice que esta la máquina está en un estado de avería.

- **Averías críticas o mayores:** son las que alteran a las funciones principales del equipo.
- **Averías parciales:** son las que alteran solo algunas de las funciones del equipo.
- **Averías reducidas:** son aquellas que alteran al equipo sin que pierda sus funciones principales y secundarias.

De esta manera, la atención de las averías según su prioridad, pueden clasificarse en los siguientes niveles:

- **Nivel 1:** a este nivel corresponden las averías críticas; por lo que demandan de una reparación inmediata frente a otra avería.
- **Nivel 2:** a este nivel están integradas las averías parciales; por lo que deben repararse cuanto antes, pero no de forma inmediata.
- **Nivel 3:** en este nivel se integran las averías a planificar con fecha definida.

1.3.5. Productividad

Medianero David (2016, p.1) menciona que la productividad es la relación de la cantidad de productos con la cantidad de trabajo empleado, medido en (horas – hombre). De tal manera la productividad se define como la cantidad de bienes o servicios producidos por unidad de insumos utilizados.

Según Plaza (2012) La productividad evalúa la unidad económica conseguida en base a una producción, todo ello en relación con circunstancias empleadas en su integración.

Para Gutiérrez y de la Vara (2012 p7) define productividad como el uso optimizado de los recursos para maximizar los resultados.

1.3.5.1. Tipos de Productividad

- Productividad laboral

Es la productividad por horas trabajadas, el aumento o disminución del rendimiento en función al trabajo que se requiere para poder obtener un producto o bien final.

- Productividad Total de los Factores

ES el rendimiento en cualquier de los factores que estén comprometidos en la producción del trabajo.

- Factor que influye en la Productividad

Se dice que son los factores que intervienen en la productividad como pueden ser la investigación y el desarrollo, la inversión de capital, actitudes sociales, los valores y la tecnología. Según las teorías existen tres factores determinantes en la productividad en las organizaciones y son:

Las aptitudes y actitudes de los trabajadores

Las características del trabajo

El entorno laboral

1.3.5.2. Productividad parcial y total

Con el término de productividad parcial se define como el beneficio de los factores productivos, siendo la más conocida la denominada productividad del trabajo. Y con el término de productividad total se define como el beneficio de los factores aplicados al proceso productivo. Los resultados se diferencian y también el estudio de los factores explicativos de dichos resultados.

1.3.5.3. Productividad media y marginal

Con el término de productividad media nos define que es la razón que resulta entre la fragmentación de productividad y los recursos totales en un periodo dado (Q/F). De tal forma que la productividad marginal es la razón que proviene entre la división del incremento de la productividad sobre el incremento de los factores de producción ($\Delta Q/\Delta F$).

1.3.5.4. Indicadores de la productividad

Eficiencia

Según Medianero, David (2016, p 38), menciona que eficiencia es el correcto modo de afrontar la relación objetivos – recursos, mejorando la implementación de los recursos utilizables, de tal manera que se consiga el máximo producto o resultado con el mínimo empeño o costo asequible.

$$Ef = \frac{TMT}{TMP}$$

Donde:

Ef: Eficiencia

HMT: Tiempo de Máquina Trabajadas

HMP: Tiempo de Máquina Programada

Eficacia

Según Medianero, David (2016, p38), menciona que la eficacia es la severa forma de afrontar la relación institución – entorno, determinar objetivos que argumentan a los mandatos y oportunidades reales objetivas y prácticas. Es por ello que se dice en otras palabras que es la relación que se basa entre los resultados obtenidos y las metas trazadas.

Donde:

$$Ef\alpha = \frac{PRTH}{PPTH}$$

Efα: Eficacia

PRTH: Producción real de tapas de hojalata

PPTH: Producción Programada de tapas de hojalata

1.3.6. Marco conceptual

- **Alimentador de tapas:** Es una máquina que se encarga de levantar las tapas para hacer llevadas a otra máquina.
- **Curlingado:** Es una máquina encargada de facilitar la apilabilidad de la misma y la operación de cierre.
- **Cizalla Circular:** Máquina encargada de cortar de manera circular el metal por rotación de estas.
- **Hoja de ruta:** Es el seguimiento que se da al momento de realizar una actividad.
- **Hoja de inspección:** Como lo menciona su nombre es una hoja encargada de inspeccionar toda la máquina.
- **Faja transportadora:** Mecanismo más eficiente de llevar el material o producto de una máquina a otra.
- **Lámina de hojalata:** Es el material principal que utiliza la empresa Metalpren s.a, está hecha a base de acero y recubierta de estaño, por ambos lados.

- **Orden de trabajo:** Es el permiso que brinda el encargado de producción para realizar alguna actividad.
- **Prensado:** Máquina encargada de realizar el proceso de troquelación, es decir la concreción de agujeros en materiales muy diversos, como cartón, plástico o metales.
- **Reporte de averías:** Como lo dice su nombre es un reporte que se da según la cantidad de averías que presenta una máquina.
- **Tiempo de curado:** Se le llama así a la acción de secado dentro de un horno.
- **Parihuelas:** Es una estructura de cajón o madera, encargado de trasportar la carga de un lugar a otro.

1.4. Formulación del problema

Problema General

¿De qué manera el mantenimiento preventivo mejora la productividad en la línea de envases de hojalata de la empresa METALPREN SA, Callao, 2019?

Problemas Específicos

- ¿De qué manera el mantenimiento preventivo mejora la eficacia en la línea de envases de hojalata de la empresa METALPREN SA, Callao, 2019?
- ¿De qué manera el mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en la línea de envases de hojalata de la empresa METALPREN SA, Callao, 2019?

1.5. Justificación del estudio

- Justificación económica

Este trabajo de investigación por intermedio de su entrega se contempla factible de ser realizada, ya que con las técnicas y herramientas del mantenimiento preventivo, se reducirá los tiempos de paradas no programadas hasta incluso los tiempos que están programados, con ello se llegará a reducir los costos operativos en el tiempo como también en recurso, es decir que, al disminuir los tiempos de paradas ya sean

programadas o no, se notará un gran volumen de latas elaboradas y esto ocasionará un rendimiento valioso para la empresa debido a que la productividad se incrementará de manera notoria.

- **Justificación social:**

De manera social esta investigación se verá productiva ya que cumplirá con los requisitos que tiene el mercado debido a que las empresas de hoy en día no solamente compiten de manera interna es decir nacionalmente sino también de manera externa o internacionalmente, es por ello que las empresas productoras llegan a exigir una gran variedad de productos con buena calidad de envase con plazos de tiempos menores, ocasionando que los productos sean de una gama competitiva y de un mayor alcance, para que así se pueda cumplir con todas las expectativas que requiere el mercado.

- **Justificación teórica:**

La certeza de poder implementar una herramienta que se ha elaborado en una realidad diversa a la nuestra como viene a ser el mantenimiento preventivo, ya que fue diseñado para poder anticipar y prevenir los problemas que puedan tener las máquinas debido a su antigüedad, a su mal uso o a su mala manipulación por un personal sin capacitación. Bajo esta teoría se elaborará un procedimiento con las técnicas del mantenimiento, con el fin de minimizar los inconvenientes que pueda tener las máquinas o herramientas que se involucren en la elaboración del producto.

- **Aporte práctico/Justificación práctica:**

Con la presente investigación se quiere resolver los problemas que atraviesa la empresa debido a su baja productividad en el proceso de elaboración de tapas, mediante el desarrollo de la aplicación de la herramienta de mantenimiento preventivo para así poder obtener diversos beneficios. Para este tipo de justificación, Hernández S, Fernández C y Baptista L. (2014, p.50) menciona que: es aquella que permitirá saber si la investigación resolverá algún problema real y que si tiene implicaciones trascendentales para una amplia gama de problemas prácticos.

- Aporte metodológico/Justificación metodológica:

La justificación metodológica según Valderrama (2014), se refiere al manejo y uso de metodologías y técnicas específicas que ayudan aportar al estudio de problemas similares al tema investigado, así como la aplicación de otros posibles investigadores.

Esta investigación permitirá confirmar la relación entre las variables. Esto se llevará a cabo con la correcta utilización de los instrumentos que garanticen la validación de la información obtenida del proyecto de investigación.

1.6. Hipótesis

Hipótesis General:

El Mantenimiento preventivo mejora la productividad en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.

Hipótesis Específicos

- El Mantenimiento preventivo mejora la eficacia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.
- El Mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.

1.7. Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Determinar cómo el Mantenimiento preventivo mejora la productividad en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.

Objetivos Específicos

- Determinar cómo el Mantenimiento preventivo mejora la eficacia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.
- Determinar cómo el Mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.

II. MÉTODO

2. MÉTODO

2.1. Tipo, nivel, enfoque y diseño

Tipo

- Esta investigación es de tipo aplicada ya que genera cambios en la actualidad, con la ayuda de las herramientas de ingeniería, Según Lozada, José (2014 p.34), dice que este tipo de investigación se basa en los hallazgos tecnológicos, basándose en el proceso de la teoría y el producto. Es decir que esta investigación con el correcto estudio que se realizará resolverá los problemas que se vienen ocasionando en la producción, para así poder obtener beneficios para la empresa.

Enfoque

- Para Valderrama S, (2015, p.106), El enfoque cuantitativo es llevar la investigación a una orientación filosófica para poder determinar lo que se quiere indagar. Se distingue porque usa la recolección de los datos para así poder dar respuesta al problema de investigación, es por ello que se dice que el enfoque cuantitativo se utiliza los datos obtenidos para demostrar la hipótesis con base al análisis estadístico.

Nivel

- Esta investigación es de nivel explicativo debido a qué se expondrá que la implementación del mantenimiento preventivo aumentará la productividad en la línea de envases de hojalata de la empresa metalpren s.a. Según Valderrama, (2015, p.45) menciona que el nivel explicativo ayuda a dar respuesta a los eventos que se puedan dar en la empresa, su interés se basa en mostrar la razón por la cual suceden fenómenos como también saber cómo se establecen. Esta investigación va más allá de la especificación de algunos conceptos y el uso de las variables ya que su fin es argumentar las causas que perjudican de forma inmediata la variable dependiente que es productividad.

Diseño

- Esta investigación es de diseño experimental debido a que Valderrama, (2015, p.60) menciona que la investigación experimental busca dar solución a los problemas. Como también busca manipular la variable independiente para identificar lo que ocasiona los cambios en la variable dependiente (productividad). Se encuentra en el sub-diseño cuasi experimental, porque se formará grupos para el trabajo experimental donde se aplicará la preprueba. Para Valderrama, (2015, p65),

dice que el diseño cuasi experimental determina el efecto que tiene la variable mantenimiento preventivo sobre la variable productividad.

2.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Mantenimiento preventivo

- Definición conceptual

Para Pistarelli Alejandro (2010, p61) menciona que el mantenimiento preventivo es el encargado de disminuir las paradas innecesarias o no programadas, aprovechando así todo momento oportuno para poder realizar mejor la producción como también el mantenimiento, logrando preparar las herramientas, repuestos e insumos y de tal manera seleccionar un personal más calificado.

- Definición operacional

Son métodos y acciones que están determinados a cuidar o mantener las máquinas, para reducir las horas paradas por mantenimiento dándole así la disponibilidad de la máquina y la frecuencia de fallas.

Dimensión 1: Disponibilidad

Según Pistarelli, A (2010, p51) menciona que la definición de disponibilidad es el conjunto de quipos o línea de producción al porcentaje del tiempo que estuvo disponible para el proceso de operación en condiciones óptimas de calidad y seguridad establecidas.

$$D = \frac{T_b - T_{np}}{T_b} \times 100\%$$

Donde:

D : Disponibilidad

T_b : Tiempo disponible para operar

T_{np} : Tiempo de paradas no programadas

Dimensión 2: MTBF (Mind Time Between Failure)(Tiempo medio entre fallas)

Para Pistarelli, A (2010, p27) indica que el tiempo medio entre fallas ayuda a determina la frecuencia por la cual suceden las averías, con la condición de reparar la maquina luego que ocurre la avería. Se puede expresar como el tiempo establecido para operar (T_b), menos el tiempo por parada no programadas (T_{np}), dividido entre la cantidad total de fallas (Cf) detectadas durante el tiempo de operación.

$$MTBF = \frac{T_b - T_{np}}{Cf}$$

Donde:

MTBF = Mean Time Between Failure (Tiempo medio entre fallas)

T_b : Tiempo disponible para operar

T_{np} : Tiempo de paradas no programadas

C_f : Cantidad total de fallas

Para el indicador disponibilidad y el tiempo medio entre fallas se utilizan fichas de recolección de datos como vienen a ser el reporte de averías, el cual nos menciona el tiempo de paradas no programadas y la cantidad de fallas. (ver en el anexo N°4)

Variable dependiente: Productividad

- Definición conceptual

Medianero David (2016, p.1) menciona que la productividad es la relación de la cantidad de productos con la cantidad de trabajo empleado, medido en (horas – hombre), De tal manera la productividad se define como la cantidad de bienes o servicios producidos por unidad de insumos utilizados.

- Definición operacional:

La productividad es la relación que existe entre la cantidad que se produce y los recursos que se utilizan para conseguir un bien o servicio. Haciendo que la producción sea eficiente entre las horas trabajadas y las horas programadas o eficaz entre la producción real y la producción programada.

Dimensión 1: Eficiencia

Según Medianero, David (2016, p 38), menciona que eficiencia es el correcto modo de afrontar la relación objetivos – recursos, mejorando la implementación de los recursos utilizables, de tal manera que se consiga el máximo producto o resultado con el mínimo empeño o costo asequible.

$$Ef = \frac{TMT}{TMP}$$

Donde:

Ef: Eficiencia

HMT: Tiempo de Máquina Trabajadas

HMP: Tiempo de Máquina Programada

Dimensión 1: Eficacia

Según Medianero, David (2016, p38), menciona que la eficacia es la severa forma de afrontar la relación institución – entorno, determinar objetivos que argumentan a los mandatos y oportunidades reales objetivas y prácticas. Es por ello que se dice en otras palabras que es la relación que se basa entre los resultados obtenidos y las metas trazadas.

$$Ef\alpha = \frac{PRTH}{PPTH}$$

Donde:

Efα: Eficacia

PRTH: Producción real de tapas de hojalata

PPTH: Producción Programada de tapas de hojalata

Se presenta en la tabla 8 la matriz de operacionalización de las variables donde se denota de manera concreta la investigación, pasando del marco teórico a un plano de manera operativa.

Para el indicador productividad la recolección de datos se realiza mediante el reporte de producción, el cual indica cuantas tapas se realizaron al día. (ver en el anexo N°9)

2.2.1. Operacionalización de Variables

Tabla 8: Matriz de operacionalización de las variables

Variables	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	MÉTODO DE APLICACIÓN (Según Pistarelli, 2010)			
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	Para Pistarelli Alejandro (2010, p61) nos menciona que el mantenimiento preventivo es el encargado de disminuir las paradas innecesarias o no programadas, aprovechando así todo momento oportuno para poder realizar mejor la producción como también el mantenimiento, logrando preparar las herramientas, repuestos e insumos y de tal manera seleccionar un personal más calificado.	<p>6 pasos para aplicar el Mantenimiento preventivo:</p> <p>PASO 1: Evaluar el equipo, su contexto operativo y las condiciones iniciales.</p> <p>PASO 2: Suprimir el deterioro y corregir deficiencias.</p> <p>PASO 3: Crear o mejorar el sistema de información.</p> <p>PASO 4: Mejorar el proceso de mantenimiento periódico.</p> <p>PASO 5: Mejorar el proceso de mantenimiento (predictivo/ proactivo).</p> <p>PASO 6: Optimizar integralmente el proceso "Mantenimiento preventivo".</p>			
PRODUCTIVIDAD	Medianero David (2016, p.24) nos menciona que la productividad es la relación de la cantidad de productos con la cantidad de trabajo empleado, medido en (horas – hombre), De tal manera la productividad se define como la cantidad de bienes o servicios producidos por unidad de insumos utilizados.	La productividad es la relación que existe entre la cantidad que se produce y los recursos que se utilizan para conseguir un bien o servicio. Haciendo que la producción sea eficiente entre las horas trabajadas y las horas programadas o eficaz entre la producción real y la producción programada.	EFICIENCIA	$Ef = \frac{TMT}{TMP}$ <p>Donde: Ef: Eficiencia TMT: Tiempo de Máquina Trabajadas TMP: Tiempo de Máquina Programadas</p>	RAZÓN
			EFICACIA	$Efa = \frac{PRTH}{PPTH}$ <p>Donde: Efa: Eficacia PRTH: Producción real de tapas de hojalata PPTH: Producción Programada de tapas de hojalata</p>	RAZÓN

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

La población por estudiar para el análisis de este trabajo será la producción de tapas de hojalata diaria durante 30 días de la empresa METALPREN S.A. Se exonera los sábados, domingos y feriados, ya que la empresa no labora esos días.

2.3.2. Muestra

En este trabajo la muestra es igual a la población, que está representada por la producción diaria de tapas de hojalata durante 30 días, excluyendo los domingos y feriados.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas

Según ARIAS (2012) menciona que la observación directa del evento en estudio es una técnica bastante clara de recolección y es objetiva de la amplitud de las personas a evaluar. Así como los acontecimientos se evalúan sin interceptores se evitan alteraciones de los mismos, sin embargo, se debe tener mucho cuidado al momento de observar para que así pueda tener una validación científica. La técnica para utilizar en esta investigación es la observación directa debido a que nos va a permitir obtener datos reales diarios del proceso de producción de tapas de hojalata.

Otra técnica por utilizar es la revisión documentaria, la cual se obtendrá por parte de la empresa metalpren s.a brindando sus reportes diarios, reportes semanales de producción, como también, reportes de las fallas de las máquinas.

2.4.2. Instrumentos

Para Valderrama (2015, p. 195) menciona que un instrumento es el medio material que abarca el investigador para recolectar los datos de la empresa, pueden ser listas de chequeo, inventarios, cuadernos de campo, fichas de información para seguridad, cuestionarios, etc.

2.4.2.1. Instrumento 1: Para medir el Mantenimiento Preventivo

Instrumento de medición para la variable independiente: Mantenimiento Preventivo

Se utilizará registros de mantenimiento, como también el tiempo en que las maquinas se demoran en ser reparadas y también se abarcara las horas operativas de cada máquina.

Tabla 9: Instrumento para medir el mantenimiento preventivo

MEDICIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO								
METALPREN S.A.								
ITEMS	DÍAS	INDICADORES					MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
		DISPONIBILIDAD		TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS			DISPONIBILIDAD	MTBF
		To (min)	Tnp (min)	To (min)	Tnp (min)	Cf		
1							$D = \frac{(T_o - T_{np})}{(T_{np})} \times 100\%$ Donde D: Disponibilidad T _o : Tiempo disponible para operar T _{np} : Tiempo de paradas no programadas	$MTBF = \frac{(T - T_f)}{C_f}$ Donde: MTBF = Mean Time Between Failure (Tiempo medio entre fallas) T : Tiempo disponible para operar T _f : Tiempo de paradas no programadas C _f : Cantidad total de fallas
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								

Fuente: Elaboración propia

2.4.2.2. Instrumento 2: Para medir la Productividad

Instrumento de medición para la variable dependiente: Productividad

Se utilizará como instrumento de recolección de datos, los registros de producción diaria y por turnos, donde se hallará la eficiencia y eficacia.

Tabla 10: Instrumento para medir la productividad

MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD							
METALPREN S.A							
ITEMS	DÍAS	INDICADORES				PRODUCTIVIDAD	
		EFICIENCIA		EFICACIA		EFICIENCIA	EFICACIA
		TMT (min)	TMP (min)	PRTH	PPTH		
						<u>EFICIENCIA</u> $Ef = (TMT) / TMP$ Donde: Ef: Eficiencia TMT: Tiempo de Máquina Trabajadas TMP: Tiempo de Máquina Programadas	<u>EFICACIA</u> $Efa = (PRTH) / PPTH$ Donde: Efa: Eficacia PRTH: Producción real de tapas de hojalata PPTH: Producción Programada de tapas de hojalata
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							

Fuente: Elaboración propia

2.4.2.3. Instrumento 3: Cronómetro

Cronometro, se utilizará este instrumento para tomar los tiempos de parada que tiene la maquina al tener una falla dentro de la producción de tapas de hojalata.

2.5. Validez

Juicio de expertos, se utilizará este tipo de valides donde se utilizaron 3 documentos para validar los instrumentos de medición.

Tabla 11: Validez de juicio de expertos

N°	Nombres y Apellidos de los expertos	Pertinencia	Relevancia	Claridad
1	Mg. Gestión de procesos y operaciones	SI	SI	SI
2	Dr. Ingeniero Industrial	SI	SI	SI
3	Mg. Dirección TI	SI	SI	SI

Fuente: Elaboración propia

Los especialistas nombrados son todos ingenieros industriales que afirman que la investigación presenta coherencia con sus indicadores.

2.5.1. Confiabilidad

Según Valderrama (2013, p.215) menciona que la confiabilidad de un instrumento es fiable cuando produce resultados consistentes al ser aplicados en diferentes ámbitos.

2.5.2. Métodos de análisis de datos

Análisis inferencial

Para Valderrama (2013, p.299) nos menciona que luego de obtener los datos lo que procede es el análisis de ellos para así poder dar respuesta a la pregunta inicial y si es afirmativo puede aceptar o rechazar la hipótesis de investigación.

Análisis descriptivo

Para este estudio de investigación se utilizará el Software Excel para recolectar los datos en las hojas de cálculo y con ellas poder realizar tablas y gráficos. También se utilizará el software SPSS 26 creado por IBM que nos ayudará a poder entender la descriptiva inferencial de recolección de datos.

2.6. Aspectos éticos

Para esta investigación se utilizó información de la empresa METALPLREN S.A, la veracidad de estos está regida por el jefe de producción ya que los datos brindados serán bien utilizados para contribuir con la condición optima de los equipos mejorando su productividad y el cuidado de las máquinas mediante la implementación del mantenimiento preventivo.

2.7. Situación actual

2.7.1. Procedimiento

La empresa Metalpren s.a fue fundada en el año 1974, es una empresa peruana con una amplia planta de 32,000 m2, ubicada en una zona estratégica cerca al puerto del callao. La empresa realiza manufactura de tapas, envases, servicios de corte, barnizado y litografiado de láminas como también realiza prestaciones de labores administrativas y de almacenamiento temporal de productos terminados de sus clientes.

Sus principales clientes vienen hacer los del sector pesquero, agroindustrial, automotriz, y de bebidas, tanto nacional como internacional, a todos ellos los provee envases y tapas convencionales, abre fácil y twist off.

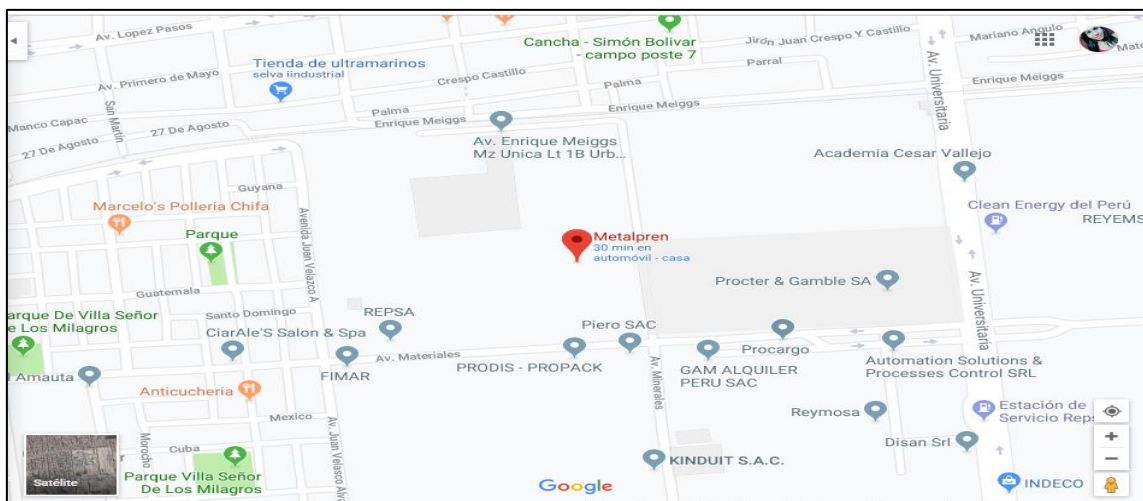


Figura 10: Ubicación en maps de la empresa Metalpren S.A

Fuente: Google Maps



Figura 11: Planta de Metalpren S.A

Fuente: Metalpren s.a

VISIÓN

Ser la empresa en el Perú más admirada por su liderazgo en el mercado de envases donde participamos y por su modelo de gestión.

MISIÓN

Producir y comercializar envases de calidad brindando un servicio diferencial, que redunde en una relación ganar – ganar para ambas partes y permita lograr la permanente preferencia de nuestros clientes.

VALORES

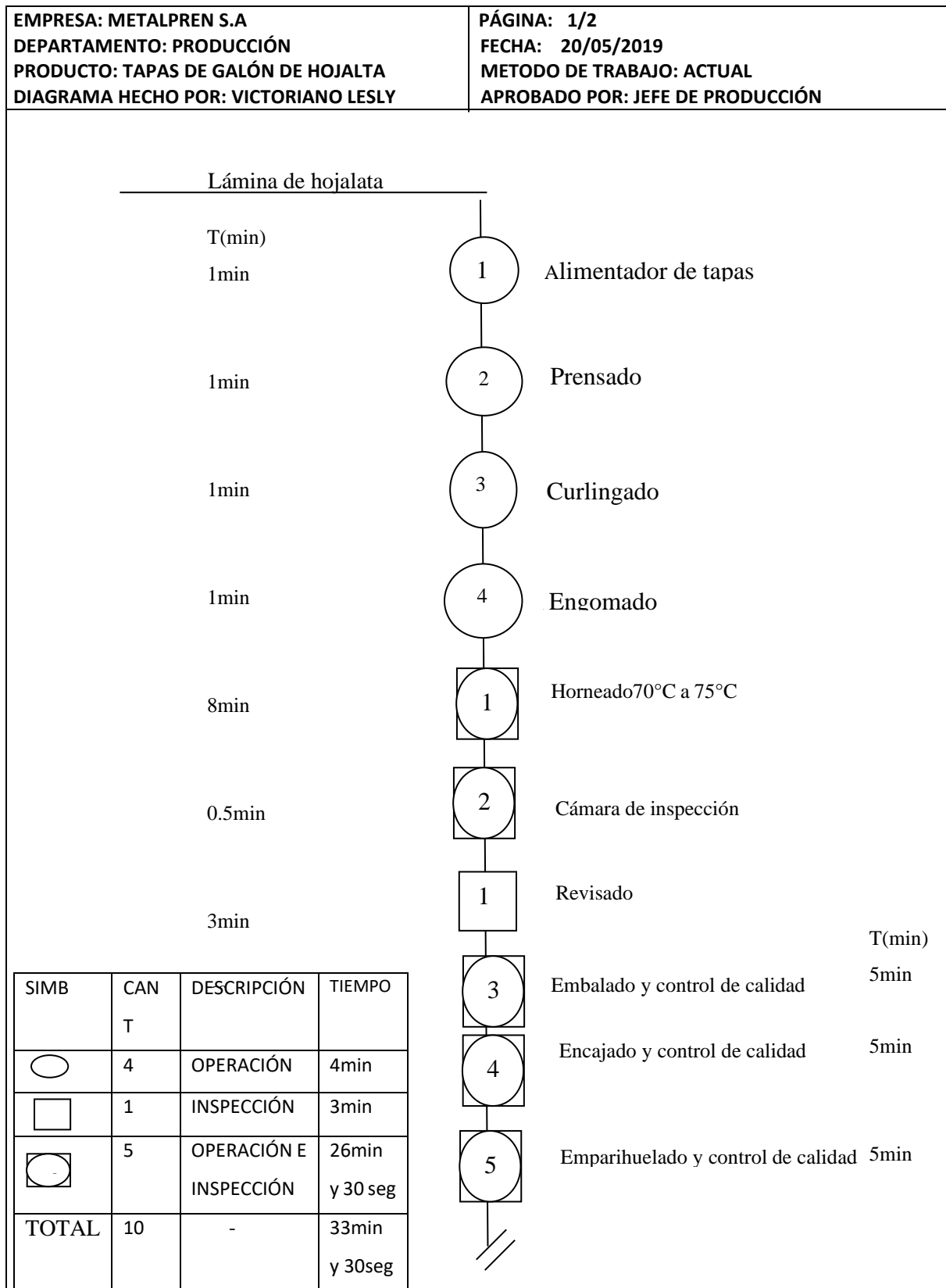
Los valores establecidos en METALPREN son:

- Nuestra gente es la ventaja más duradera
- La responsabilidad es clara e individual
- Trabajamos y ganamos en equipo (juntos somos más)
- Orientados a la innovación y la mejora continua
- Entendemos y respetamos a nuestros clientes
- Nos preocupamos por el medio ambiente

Producción de tapas de galón

Se estudiará la producción de tapas de galón de diámetro 153, este producto se realiza con láminas de hojalata, donde se presenta a continuación, se describe toda la elaboración de las tapas de hojalata mediante una herramienta llamada diagrama de operaciones del proceso.

Tabla 12: Diagrama de operaciones del proceso



Fuente: *Elaboración propia*

1er paso:

Las láminas de hojalata de espesor 0.21 de material incoloro / 3 blanco, llegan a la mesa de alimentación.

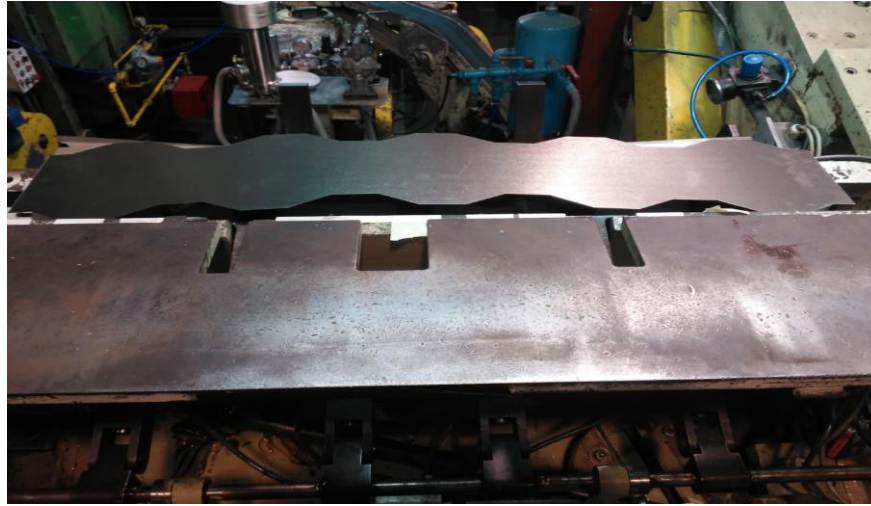


Figura 12: Lámina de hojalata

2do paso:

Las láminas de hojalata son cargadas al mecanismo llamado batería donde recibe 400 tiras.



Figura 13: Máquina cortadora de metalpren s.a

3er paso:

La lámina de hojalata pasa por un proceso de troquelado donde por tira se produce 5 tapas, donde por golpe demora de 10 segundos.



Figura 14: Máquina prensadora de la empresa Metalpren S.A

Luego del troquelado como se ve en la figura 15, las láminas terminan como esqueleto.

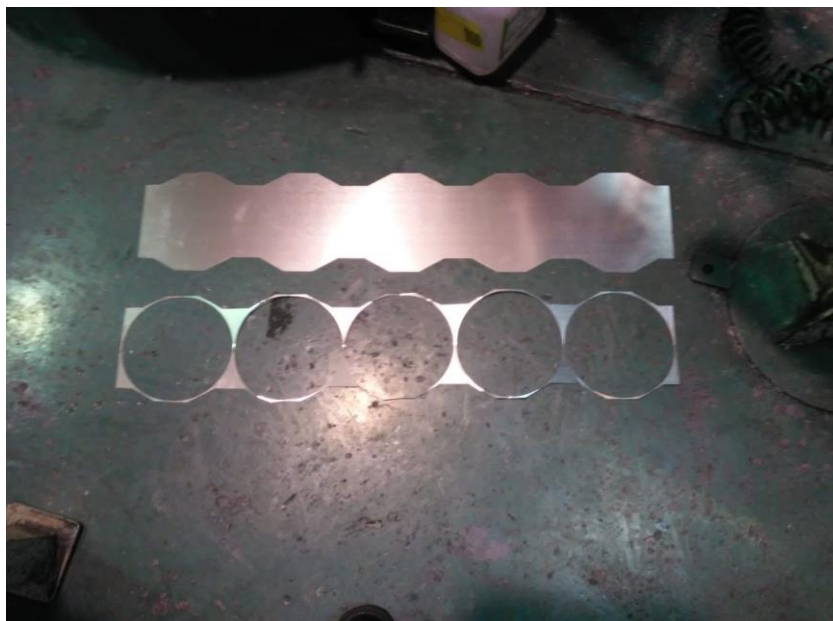


Figura 15: Esqueleto de la hojalata

4to paso

Las tapas de hojalata cortadas por el troquel, pasa por el proceso de curlingado logrando pasar durante 1min, aquí pasa un deterioro de cinta en puente por el desgaste de la parte interior de las tapas.



Figura 16: Máquina de curlingado de la empresa Metalpren s.a

5to paso

Aquí las tapas pasan por una faja transportadora que ayuda para el traslado de la máquina de curlingado a la máquina engomadora.



Figura 17: Faja transportadora de la empresa metalpren s.a

6to paso

Las tapas de hojalata pasan a una torre de apilación que se almacena durante 30 segundos para pasar al siguiente proceso.



Figura 18: Máquina de engomado de la empresa metalpren s.a

Las tapas de hojalata pasan por una tapa de engomado que tarde de 3 a 5 segundos, por tapa. Aquí se notan los constantes problemas de atraques de tapas y manchas de goma ocasionando pérdidas de producción.

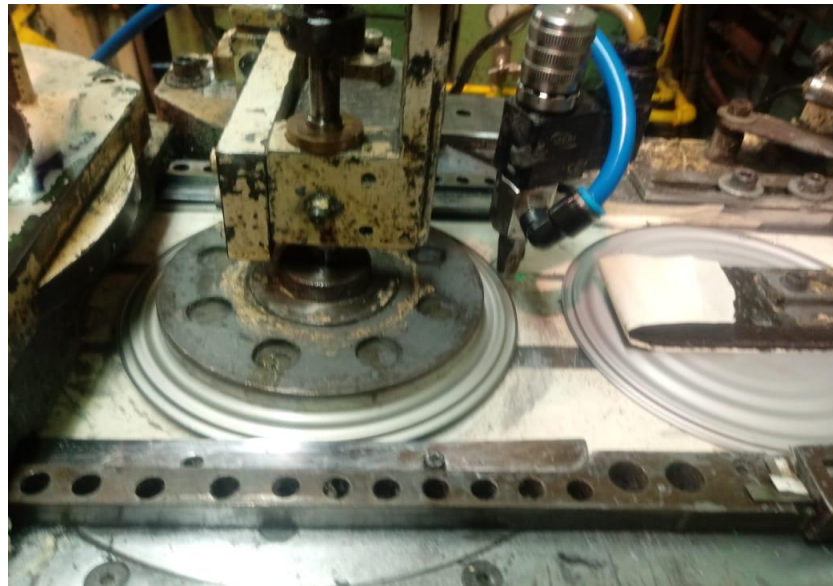


Figura 19: Máquina de engomado de la empresa Metalpren s.a

Aquí se presenta la bomba de accionamiento de engomado con un filtro primario y secundario.



Figura 20: Sistema de engomado de la empresa Metalpren s.a

Las tapas al salir de la máquina de engomado se torna un color gris en los bordes.



Figura 21: Tapas al salir de la máquina de engomado

7mo paso:

Las tapas pasan por un horno vertical con un tiempo de curado de 5 a 8 minutos con temperaturas de 70°C a 75°C.



Figura 22: Horno de la empresa Metalpren s.a

Aquí se muestra el sistema de transmisión de piñones y cadenas.

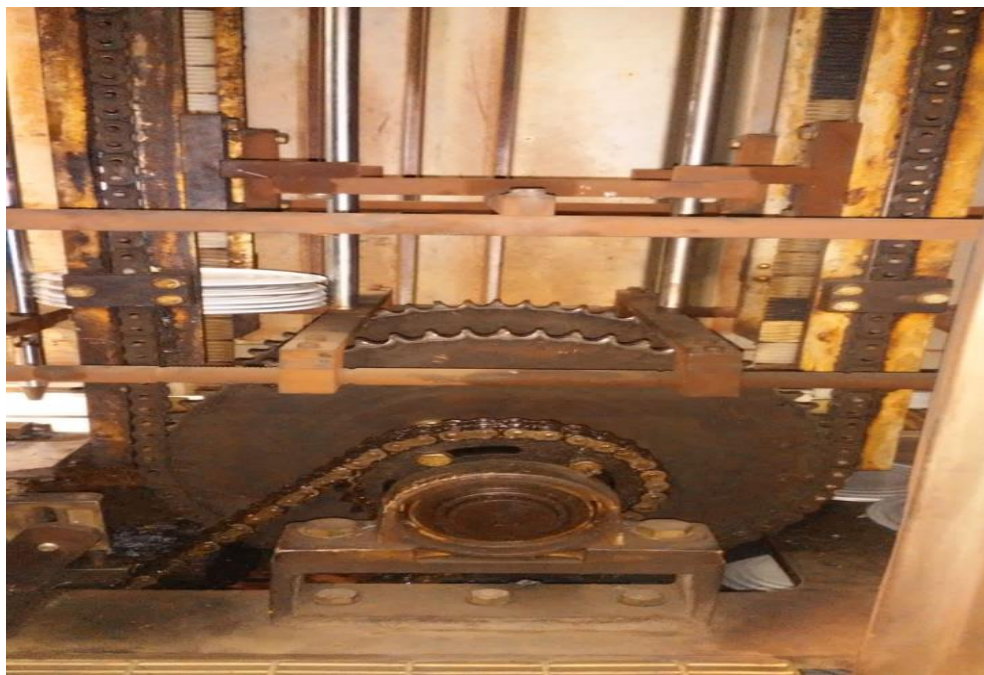


Figura 23: Máquina de horneado de la empresa Metalpren s.a

Aquí es donde se manipula la temperatura del horno, que viene hacer de 70°C a 75°C.



Figura 24: Tablero de control del horno de la empresa Metalpren s.a

8vo paso

Luego las tapas pasan por la cámara de control de calidad, donde se eliminan las tapas que están defectuosas.



Figura 25: Cámara de control de calidad de Metalpre s.a

Las tapas son trasportadas por medio de una faja trasportadora al área de embalado.



Figura 26: Tapas trasportándose al área de embalado

9no paso

Las tapas pasan hacer revisadas por el personal encargado, aunque se tiene algunos inconvenientes ya que el personal muestra quejas por la temperatura de las tapas.

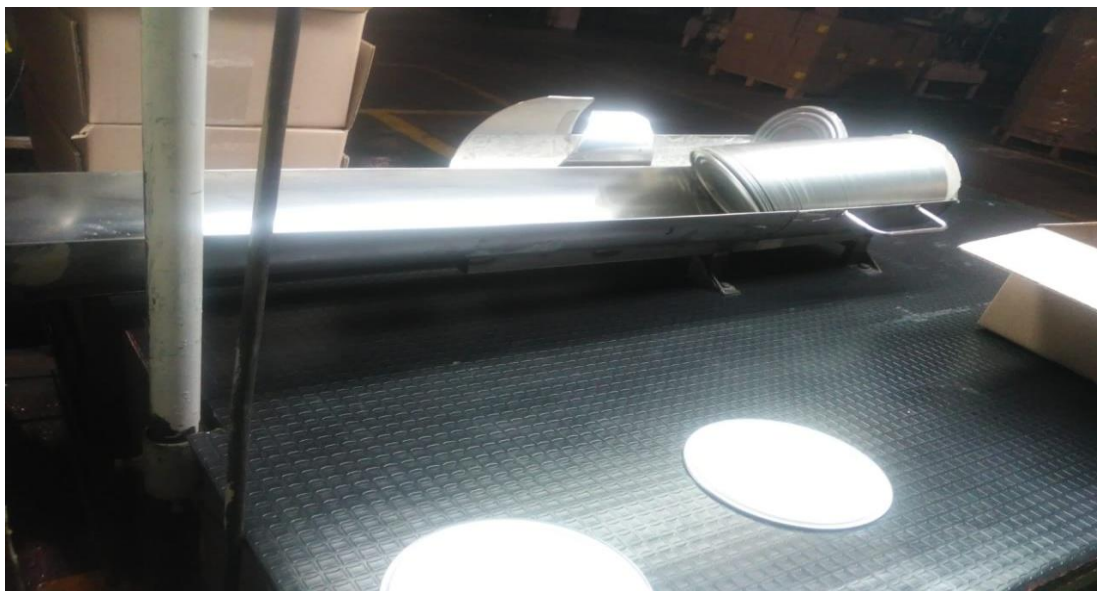


Figura 27: Tapas en revisión de la empresa Metalpren, s.a

10mo paso:

Las tapas de hojalata llegan al área de embalado. Donde se colocan en mangas de 125 unidades de tapas.

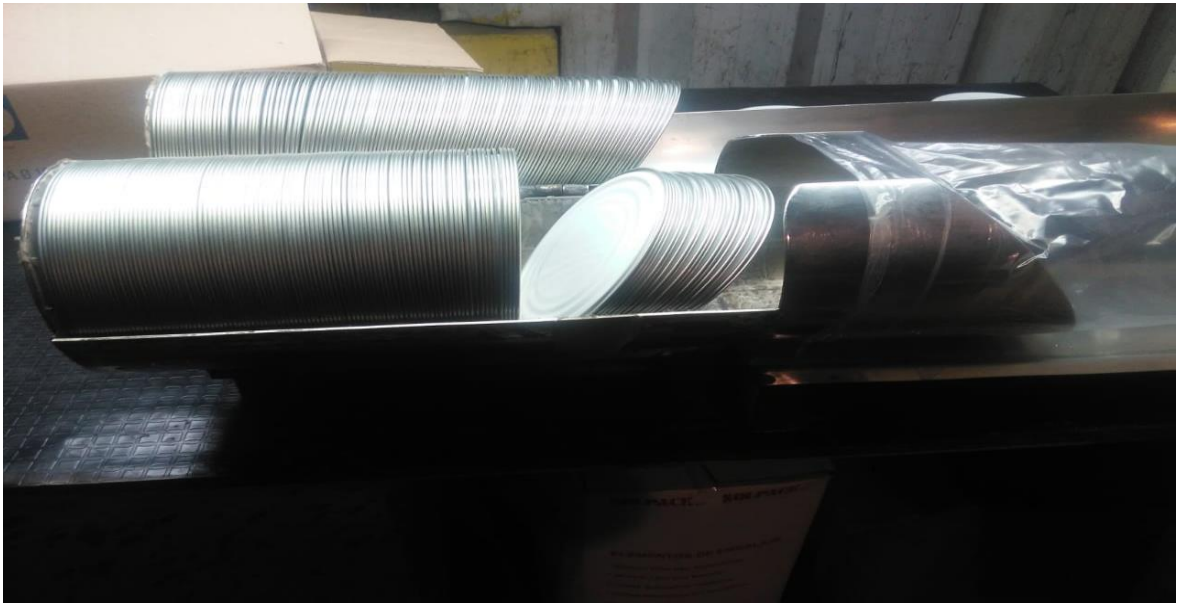


Figura 28: Tapas embaladas en mangas de 125 unidades, Metalpren, s.a

11vo paso:

Luego se colocan en una caja donde entran 2 mangas de 125 unidades cada una.



Figura 29: Tapas encajadas en dos mangas de 125 unidades c/u, Metalpren, s.a

12vo paso:

Se coloca en una parihuela con 5 niveles que se conforma, 1 nivel con 15 cajas en total 75 cajas por parihuela.



Figura 30: Tapas emparihueladas, Metalpren, s.a

- Inventario de máquinas del proceso de elaboración de tapas de hojalata de diámetro 153.

En la tabla N°13 se presenta el inventario de las maquinas que involucran el proceso de elaboración de tapas de hojalata de diámetro 153.

Tabla 13: *Inventario de máquinas del proceso de tapas de galón de diámetro 153, Metalpren s.a*

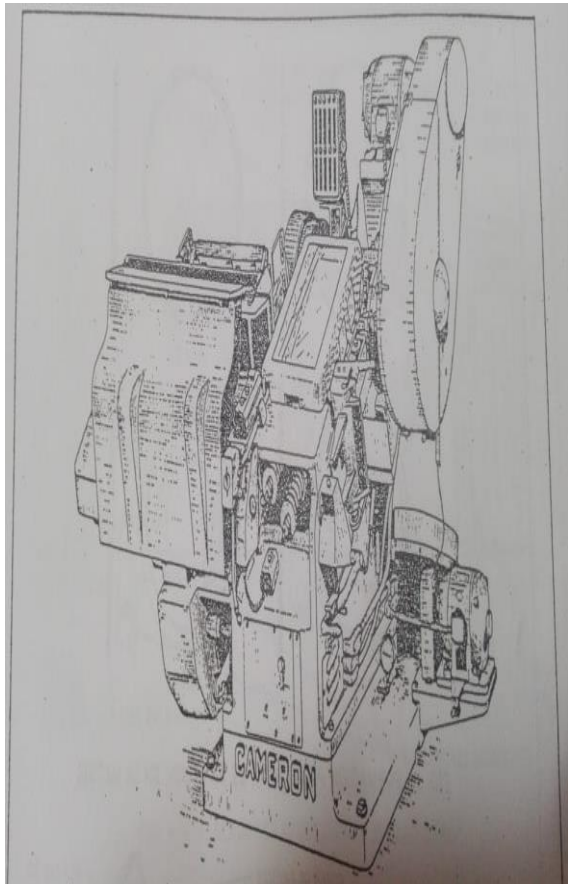
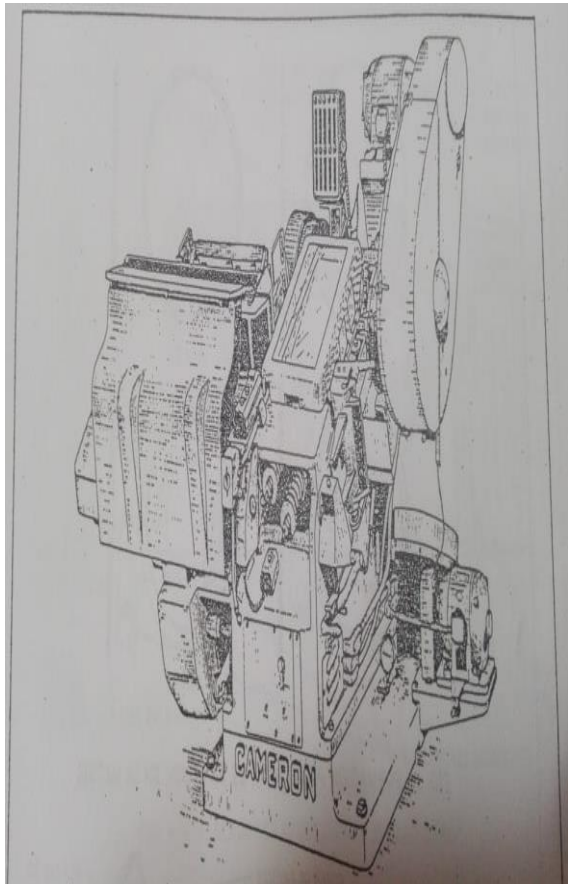
N°	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA	SECCIÓN	UBICACIÓN	CONDICIÓN ACTUAL
1	P1112	PRENSA	CAMERON	Producción	1er piso	Operativa
2	P1113	HORNO	RI. CO. ME. SRL	Producción	1er piso	Operativa
3	P1117	CÁMARA DE INSPECCIÓN	PRESSCO	Producción	1er piso	Operativa
4	P1111	FAJA TRASPORTADORA	PESAMATIC S.A.C	Producción	1er piso	Operativa

Fuente: Elaboración propia.

- Apertura de fichas técnicas


Se ha elaborado las fichas técnicas de las máquinas que involucran el proceso de tapas de galón de diámetro de 153 de la empresa Metalpren s.a, se puede observar en las siguientes tablas N°14, 15, 16, 17 y 18, el modelo de la ficha técnica que fue creada para identificar y conocer las máquinas.

Tabla 14: Ficha técnica de la máquina prensa

FICHA TÉCNICA		METALPREN S.A	
Realizado por:	Lesly Victoriano	Fecha	30/09/2019
Máquina	PRENSA	Ubicación	Primer piso
Fabricante	CONTINENTAL CAN COMPANY	Sección	Producción
Modelo	314 - AP	FOTOGRAFÍA	
Marca	CAMERON		
CARACTERÍSTICAS			
<p>* Fuerza: 30Tn</p> <p>* Rango diámetros en troquel doble: 60-124mm</p> <p>* Rango diámetros en troquel simple: 123-* 194mm</p> <p>* Rango de tapas por tira en troquel doble: 8-32mm</p> <p>* Rango de tapas por tira en troquel simbble: 4-16mm</p> <p>* Velocidad; de 115 a 429 gpm</p> <p>* Cursa: 50mm</p>			
FUNCIÓN			
<p>La máquina produce tapas para envases apartir de tiras de hojalata, que se colocan en la tolva de alimentación.</p>			


Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Ficha técnica de la máquina engomadora.

FICHA TÉCNICA		METALPREN S.A	
Realizado por	Lesly Victoriano	Fecha	30/09/2019
Máquina	ENGOMADORA	Ubicación	Primer piso
Fabricante	INTERNATIONAL MACHINERY CORPORATION SA	Sección	Producción
Modelo	238	FOTOGRAFÍA	
Marca	GRACE & C		
CARACTERÍSTICAS			
ANCHO: 25 Centímetros LARGO : 1.5 metros			
FUNCIÓN			
Llenar los bordes de las tapas con goma (compuesto sellador wakol)			


Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16: Ficha técnica de la cámara de inspección.

FICHA TÉCNICA		METALPREN S.A	
Realizado por:	Lesly Victoriano	Fecha	30/09/2019
Máquina	CÁMARA DE INSPECCIÓN	Ubicación	Primer piso
Fabricante	TECHNOLOGY INC	Sección	Producción
Modelo	5237	FOTOGRAFÍA	
Marca	PRESSCO		
CARACTERÍSTICAS			
* Sistema usado de calidad que consta de 1 servidor INTELLISPEC Series IV y 3 cámaras CHROMAPULSE de alta velocidad.			
*Diseño modular y adaptable			
* El procesador central INTELLISPEC puede gestionar hasta ocho cámaras de alta velocidad distribuidas en múltiples carriles.			
FUNCIÓN			
Los módulos de inspección ven las tapas de una fila en un transportador magnético o de vacío. El sistema INTELLISPEC supervisa el proceso de fabricación, rechaza productos defectuosos y alerta a los usuarios finales para que procesen la deriva antes de que ocurran problemas significativos.			


Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Ficha técnica del horno.

FICHA TÉCNICA		METALPREN S.A	
Realizado por	Lesly Victoriano	Fecha	30/09/2019
Máquina	HORNO	Ubicación	Primer piso
Fabricante	MACCHINE PER IMBALLAGGI METALUCI	Sección	Producción
Modelo	P1113	FOTOGRAFÍA	
Marca	RI. CO. ME. SRL		
CARACTERÍSTICAS			
ANCHO: 70 Centímetros			
ALTURA: 1metro y 80 centímetros			
LARGO : 30 Centímetros			
Almacena 1000 tapas en 5 minutos en 2 torres			
FUNCIÓN			
El horno realiza un proceso de curado durante 5 minutos para poder secar el pegamento que utilizan las tapas.			

Fuente: Elaboración propia











Tabla 18: Ficha técnica de la faja transportadora.

FICHA TÉCNICA		METALPREN S.A	
Realizado por	Lesly Victoriano	Fecha	30/09/2019
Máquina	FAJA TRASPORTADORA	Ubicación	Primer piso
Fabricante	AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL S.A.C	Sección	Producción
Modelo	ROD - SAN	FOTOGRAFÍA	
Marca	PESAMATIC S.A.C		
CARACTERÍSTICAS			
ANCHO: 20 Centímetros LARGO : 12 metros			
FUNCIÓN			
Trasportar las tapas de hojalata a la otra máquina.			

Elaboración propia

Aquí se presenta el diagrama de análisis de procesos donde se detalla por completo el proceso de tapas de galón 153, donde se ve 1 almacenamiento, 4 trasportes, 8 operaciones, 2 inspecciones, 1 demora y 1 almacén.

Tabla 19: Diagrama de análisis de procesos

Diagrama de Análisis de Procesos							
Datos				Resumen			
Departamento		Producción				Cant.	
Producto:		Tapas de Galon 153		Operación		8	
Aprobado por		Jefe de Producción		Transporte		4	
Fecha		20/05/2019		Inspección		2	
				Almacén		1	
				Demora		1	
			Total		16		
Descripción de actividades		Tiempo (min)	Símbolos				
							
1	Almacén de materia prima	30					
2	Trasporte al área de producción	5					
3	Alimentado de tiras	1					
4	Prensado	1					
5	Curlingado	1					
6	Trasporte a la máquina de engomado	0.5					
7	Engomado	1					
8	Trasporte a la maquina de horneado	0.5					
9	Horneado a temperatura de 70°C a 75°C	8					
10	Trasporte al área de revisado	0.5					
11	Cámara de inspección	0.5					
12	Revisión	3					
13	Embalado	5					
14	Encajado	5					
15	Emparihuelado	5					
TOTAL		67	8	4	2	1	1

Fuente: Elaboración propia

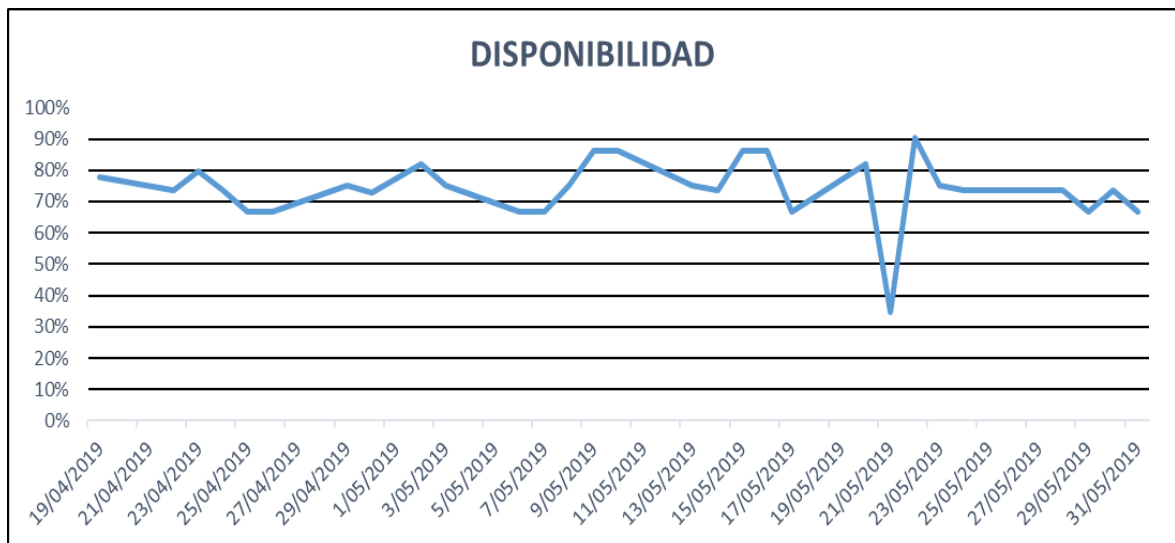
Variable Independiente: Mantenimiento Preventivo antes de la mejora

Esta medición es desde el 19 de abril del 2019 al 31 de mayo del 2019, teniendo como minutos operados 720 y minutos por paradas no programadas un promedio de 187min dando como resultado una disponibilidad de 74% y cada 84 minutos como promedio sucede una falla no prevista.

Tabla 20: Medición del mantenimiento preventivo de METALPREN S.A, 2019

MEDICIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO METALPREN S.A								
ITEMS	DÍAS	INDICADORES					MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
		DISPONIBILIDAD		TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS			DISPONIBILIDAD $D = (T_o - T_{np}) / (T_{np}) \times 100\%$ Donde: D: Disponibilidad* T _o : Tiempo disponible para operar T _{np} : Tiempo de paradas no programadas	MTBF $MTBF = T / Cf$ Donde: MTBF = Mind Time Between Failure (Tiempo medio entre fallas) T: Tiempo disponible para operar T: Tiempo de paradas no programadas Cf: Cantidad total de fallas
		T _o (min)	T _{np} (min)	T _o (min)	T _{np} (min)	CF		
1	19/04/2019	720	160	720	160	7	78%	80
2	22/04/2019	720	190	720	190	9	74%	59
3	23/04/2019	720	145	720	145	7	80%	82
4	24/04/2019	720	190	720	190	10	74%	53
5	25/04/2019	720	240	720	240	9	67%	53
6	26/04/2019	720	240	720	240	10	67%	48
7	29/04/2019	720	180	720	180	7	75%	77
8	30/04/2019	720	195	720	195	7	73%	75
9	2/05/2019	720	130	720	130	6	82%	98
10	3/05/2019	720	180	720	180	7	75%	77
11	6/05/2019	720	240	720	240	7	67%	69
12	7/05/2019	720	240	720	240	6	67%	80
13	8/05/2019	720	180	720	180	7	75%	77
14	9/05/2019	720	100	720	100	6	86%	103
15	10/05/2019	720	100	720	100	3	86%	207
16	13/05/2019	720	180	720	180	8	75%	68
17	14/05/2019	720	190	720	190	6	74%	88
18	15/05/2019	720	100	720	100	3	86%	207
19	16/05/2019	720	100	720	100	6	86%	103
20	17/05/2019	720	240	720	240	9	67%	53
21	20/05/2019	720	130	720	130	7	82%	84
22	21/05/2019	720	470	720	470	33	35%	8
23	22/05/2019	720	70	720	70	3	90%	217
24	23/05/2019	720	180	720	180	7	75%	77
25	24/05/2019	720	190	720	190	8	74%	66
26	27/05/2019	720	190	720	190	6	74%	88
27	28/05/2019	720	190	720	190	10	74%	53
28	29/05/2019	720	240	720	240	10	67%	48
29	30/05/2019	720	190	720	190	6	74%	88
30	31/05/2019	720	240	720	240	12	67%	40
							74%	84

Fuente: Elaboración propia



Fuente: *Elaboración propia*

Figura 31: Disponibilidad

En la figura 31 Disponibilidad, podemos observar que tiene un rango mínimo de 60% hasta un rango máximo de 90%, pero tuvo una notoria caída en el día 21 de mayo, debido a que ese día se registraron 33 fallas en línea de envases teniendo un porcentaje de 35% de disponibilidad de la máquina.

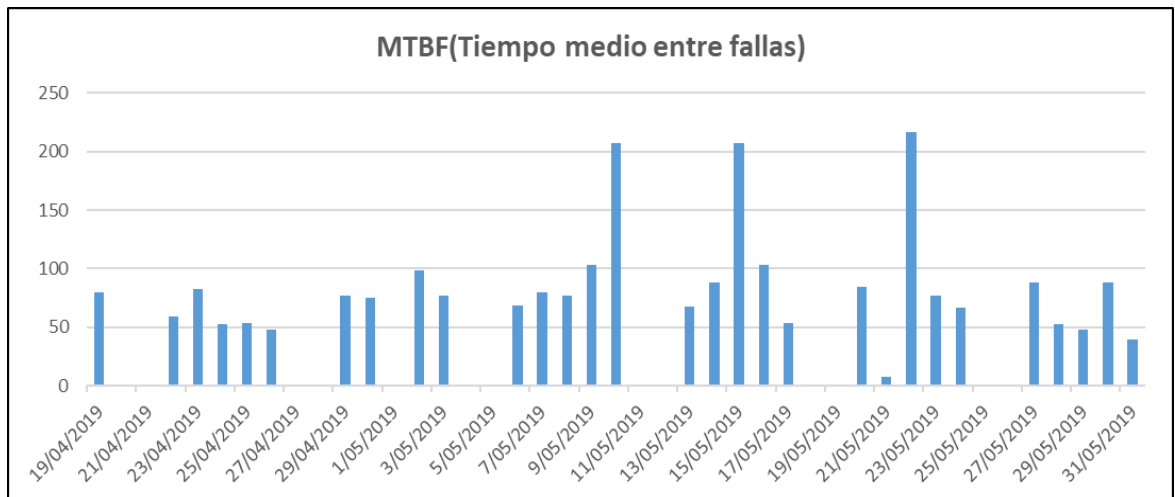


Figura 32: MTBF (Tiempo medio entre fallas)

Fuente: *Elaboración propia*

En la figura 32, se puede observar que el tiempo medio entre fallas varía, lo normal entre 50 minutos a 90 minutos, como hay días donde se eleva el tiempo de 100 minutos a 220 minutos, como es en los días 09, 10, 16 y 22 de mayo, debido a que la máquina no tiene muchas fallas y está funcionando de manera óptima.

Variable Dependiente: Productividad antes de la mejora

Esta medición es de 30 días laborales partiendo desde el 19 de abril del 2019 hasta el 31 de mayo del 2019, teniendo una producción programada de 113760 tapas por turno de 12 horas programadas. La empresa en estos 30 días ha tenido una eficiencia de 74% y una eficacia de 66% dando así una productividad de 50% ya que es el área con más baja productividad, por los problemas que tiene en la máquina de curlingado y engomado.

Tabla 21: Medición de la productividad pretest de METALPREN S.A, 2019

MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD METALPREN S.A								
ITEMS	DÍAS	INDICADORES				PRODUCTIVIDAD		PRODUCTIVIDAD EF*EFC
		EFICIENCIA		EFICACIA				
		TMT (min)	TMP (min)	PRTH (unidades)	PPTH (unidades)	"EFICIENCIA Ef=(TMT)/TMP Donde: Ef: Eficiencia TMT: Tiempo de Máquina Trabajadas TMP: Tiempo de Máquina Programadas"	"EFICACIA Efa=(PRTH)/PPTH Donde: Efa: Eficacia PRTH: Producción real de tapas de hojalata PPTH: Producción Programada de tapas de hojalata"	
1	19/04/2019	560	720	62500	113760	78%	55%	43%
2	22/04/2019	530	720	80000	113760	74%	70%	52%
3	23/04/2019	575	720	80000	113760	80%	70%	56%
4	24/04/2019	530	720	80000	113760	74%	70%	52%
5	25/04/2019	480	720	72000	113760	67%	63%	42%
6	26/04/2019	480	720	45000	113760	67%	40%	26%
7	29/04/2019	540	720	81000	113760	75%	71%	53%
8	30/04/2019	525	720	80000	113760	73%	70%	51%
9	2/05/2019	590	720	82000	113760	82%	72%	59%
10	3/05/2019	540	720	80000	113760	75%	70%	53%
11	6/05/2019	480	720	45000	113760	67%	40%	26%
12	7/05/2019	480	720	72000	113760	67%	63%	42%
13	8/05/2019	540	720	80000	113760	75%	70%	53%
14	9/05/2019	620	720	93750	113760	86%	82%	71%
15	10/05/2019	620	720	93750	113760	86%	82%	71%
16	13/05/2019	540	720	80000	113760	75%	70%	53%
17	14/05/2019	530	720	75000	113760	74%	66%	49%
18	15/05/2019	620	720	93750	113760	86%	82%	71%
19	16/05/2019	620	720	93750	113760	86%	82%	71%
20	17/05/2019	480	720	45000	113760	67%	40%	26%
21	20/05/2019	590	720	82000	113760	82%	72%	59%
22	21/05/2019	250	720	37500	113760	35%	33%	11%
23	22/05/2019	650	720	93750	113760	90%	82%	74%
24	23/05/2019	540	720	80000	113760	75%	70%	53%
25	24/05/2019	530	720	79750	113760	74%	70%	52%
26	27/05/2019	530	720	80000	113760	74%	70%	52%
27	28/05/2019	530	720	80000	113760	74%	70%	52%
28	29/05/2019	480	720	45000	113760	67%	40%	26%
29	30/05/2019	530	720	80000	113760	74%	70%	52%
30	31/05/2019	480	720	72000	113760	67%	63%	42%
PROMEDIO		533	720	74817	113760	74%	66%	50%

Fuente: Elaboración propia

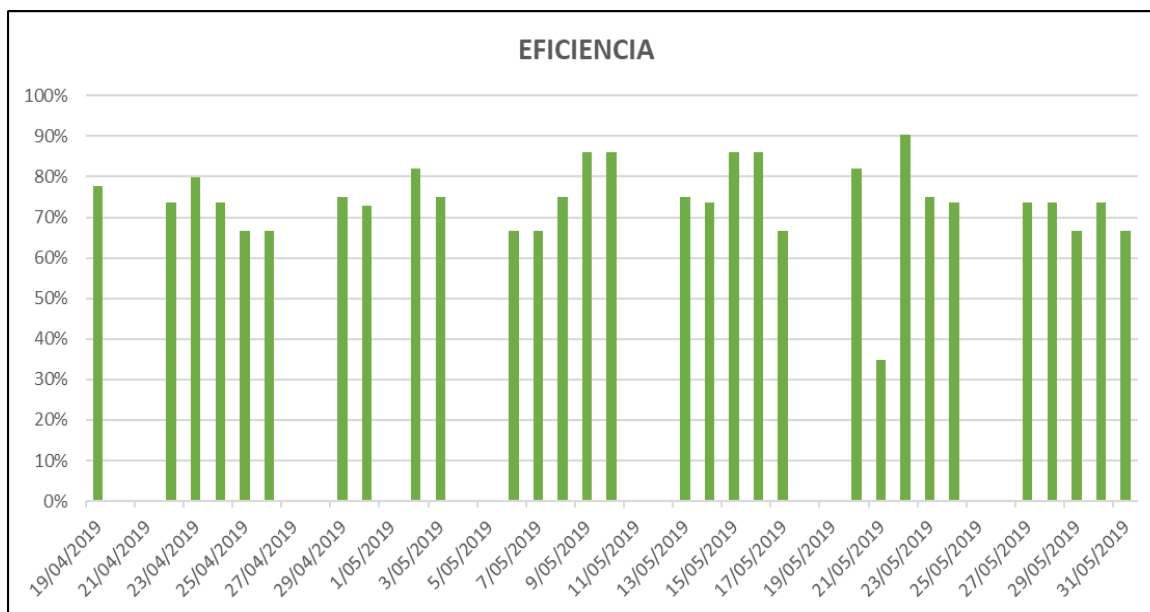


Figura 33:Eficiencia

Fuente: *Elaboración propia*

En la figura 33, se observa que la eficiencia en los 30 días estudiados se mantiene en un rango de 65% a 85%.

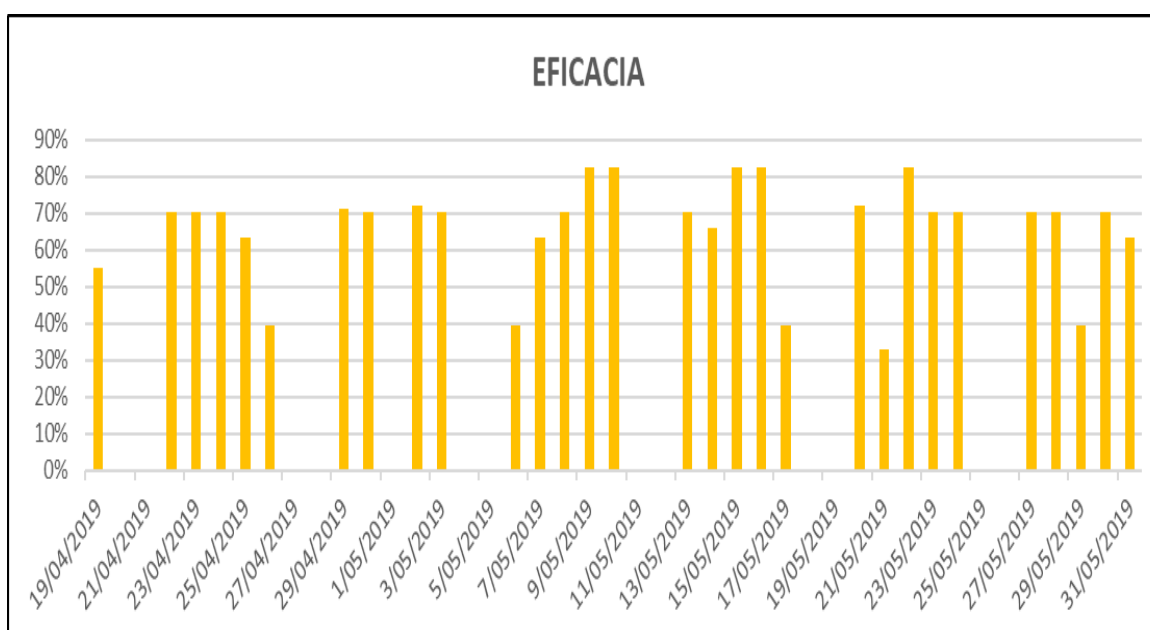


Figura 34:Eficacia

Fuente: *Elaboración propia*

En la figura 34, se observa que la eficacia en los 30 días estudiados se mantiene en un rango de 40% a 82%.



Figura 35:Productividad

Fuente: *Elaboración propia*

En la figura 35, la productividad en los 30 días estudiados se mantiene en un rango de 26% a 70% teniendo una caída notoria con 11% en el día 21 de mayo, por las constantes fallas y por el tiempo que la máquina no está operando.

2.7.2. Propuesta de mejora

Después de analizar minuciosamente y verificar los principales problemas que afectan el proceso de producción de tapas de hojalata, se busca incrementar la productividad de la empresa Metalpren s.a mediante la implementación del mantenimiento preventivo en el área de producción de tapas de galón de 153 de diámetro.

Se realizará la implementación del mantenimiento preventivo en el área de producción de tapas de hojalata para incrementar así la productividad.

Como se podrá saber en toda empresa existen fallas en sus máquinas por diferentes factores ya sea por el mal manejo del operario o por el uso excesivo de la máquina, por ello es conveniente tomar medidas que logren reducir dichas fallas a un tope mínimo para poder tener un nivel alto de mantenimiento preventivo sin llegar a deteriorar la producción.

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO															
LUGAR	CALLAO														
DETALLE DEL PLAN DE ACTIVIDADES DE LA INVESTIGACION: MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA PRODUCCION EN LA LÍNEA DE ENVASES DE HOJALATA EN LA EMPRESA METALPREN S.A				TEMA		Mantenimiento preventivo									
				EMPRESA		Metalpren s.a									
				Junio				Julio				Agosto			
ETAPAS	ACTIVIDADES			sem1	sem2	sem3	sem4	sem1	sem2	sem3	sem4	sem1	sem2	sem3	sem4
INICIO	Primera reunión de coordinación														
	Presentación de la propuesta														
	Capacitación sobre mantenimiento preventivo														
EJECUCIÓN	Evaluar el equipo su contexto operativo y las condiciones iniciales														
	Suprimir el deterioro y corregir deficiencias.														
	Crear o mejorar sistema de información.														
	Mejorar el proceso de mantenimiento periodico														
	Mejorar el proceso de mantenimiento basado en la condición (predictivo y proactivo)														
	Optimizar integralmente el proceso "Mantenimiento planeado"														
TITULO DE PROYECTO:Mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la línea de envases de hojalata en la empresa metalpren s.a, Callao, 2019				ALUMNA: VICTORIANO HERRERA LESLY											

Figura 36: Cronograma de implementación del mantenimiento preventivo en METALPREN S.A

Fuente: Elaboración propia

Las actividades para realizar en el mes de junio, julio y agosto están dentro del plan de mantenimiento preventivo según Pistarelli (2010, p.72) y son las siguientes:

INICIO:

- Reunión con coordinación

Aquí se cita a los encargados de tomar decisiones en la empresa metalpren s.a, con el objetivo de acordar la mejora que se realizará en la empresa, esta reunión estará conformada por el jefe de producción, se realizará la primera semana de junio, en los días sábado y domingo en el transcurso de la mañana.

- Presentación de la propuesta

En esta actividad se le da a conocer a los encargados, en este caso el jefe de producción lo que se quiere realizar en la empresa, lo que viene hacer la implementación del mantenimiento preventivo a las máquinas que tienen que causan problemas al momento de realizar la producción, las cuales son la máquina de curlingado y la máquina de engomado, también se hablará de los objetivos que tiene esta propuesta, el cual es determinar que el mantenimiento preventivo mejorará la productividad de igual manera llegar a mejorar la eficiencia y eficacia de la producción, como también se informará los métodos, herramientas o instrumentos a utilizarse, que son el cronometro que ayudará a medir los tiempos de paradas que toman las máquinas, como también se utilizarán los reportes semanales de la producción como los reportes de las fallas que tienen las máquinas. Por otro lado, se hablará del presupuesto a utilizar

como también el financiamiento a futuro que tendrá la empresa al aumentar su productividad.

- Capacitación

La capacitación ayuda a los trabajadores ampliar de manera didáctica sus conocimientos tanto, así como sus habilidades y actitudes. Ya que de esa manera les ayudará a tener un mejor desempeño, adaptándolos a las exigencias cambiantes del mercado. Se brindará capacitación a los trabajadores de la línea de producción de tapas de hojalata los cuales son 3 operarios encargados de toda la producción en la línea de tapas, de igual manera a los mecánicos encargados de revisar las máquinas y todo aquel que esté involucrado con la producción de tapas, ya que tienen que saber todos los cambios que se vendrán luego de realizar la capacitación. La cual se realizará, la segunda semana de junio en los días sábado y domingo, en un trascurso de 4 horas por día, para así poder realizar correctamente la implementación.

Plan de capacitación

Capacitador: Ingeniero en mantenimiento

Lugar: Sala de reuniones de la empresa Metalpren s.a

Duración: 2 días, sábado y domingo en un trascurso de 4 horas por día.

Tabla 22: Plan de capacitación

TEMA	DÍA	RESPONSABLE
Curso básico de mecánica	Sábado 8:00am a 12:00pm	Ingeniero de mantenimiento
Explicación de la mejora <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación del mantenimiento preventivo • Delegación de responsabilidades 	Domingo 8:00am a 12:00pm	Jefe de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

En estas fechas de reunión con todo el personal involucrado en la producción de tapas de galón de diámetro 153 se llegó a tomar la decisión de iniciar con la aplicación del mantenimiento la tercera semana de junio.

En base a Pistarelli seguiremos con sus 6 pasos para implementar el mantenimiento preventivo.

EJECUCIÓN

PASO 1: Evaluar el equipo, su contexto operativo y las condiciones iniciales.

En este paso se definirá los criterios para priorizar los equipos, según los problemas que tienen, es decir, mencionar los equipos que más fallas tienen en el proceso de la producción, a continuación, mencionaremos todas las máquinas involucradas en la elaboración de la tapa de hojalata y el proceso que cumple, para así llegar a obtener la mayor información para diagnosticar las anomalías que causan las diferentes paradas. Se le asignara un rango del 1 al 5 donde 1 es lo mínimo en paradas que tiene la máquina y 5 las paradas más frecuentes.

Tabla 23: *Evaluación de las máquinas.*

Máquina	Proceso	Problema	Rango
Prensa	troquelado	Atraques de tiras de hojalata al iniciar el proceso.	4
	curlingado	Tapas defectuosas: Las tapas de hojalata salen rayadas por el mecanismo muy tosco que tiene la máquina.	
Engomadora	engomado	Tapas manchadas con exceso de goma y derrame de goma en la mesa lo ocasiona atasque de las tapas.	5
Horno	Horneado	Tiempo de espera en llenar el horno.	1
Cámara inspeccionadora	Inspección y control de calidad	85% de validez	1

Fuente: Elaboración propia

Según nuestra tabla las máquinas que mayor problema y paradas tienen son la máquina de curlingado y engomado.

Se elaborará el FMEA ya que es una herramienta del sistema integrado de confiabilidad operacional la cual permite determinar la causa de las fallas el impacto y la frecuencia con la que sucede una falla.

Tabla 24: *FMEA de la prensa*

AREA: Producción		Fecha:	
EQUIPO: Prensa		FMEA	
Función	Falla Funcional	Modo de falla (causa de la falla)	Efectos de la falla
Cortar y moldear la tira de hojalata en 5 tapas de diámetro de 153.	Atraques de las tiras de hojalata y desgaste con ralladuras en las tapas.	<ul style="list-style-type: none"> - La rapidez de la máquina. - Mecanismo muy tosco. 	Se genera merma de producción y parada de máquina.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: *FMEA de la engomadora.*

AREA: Producción		Fecha:	
EQUIPO: Engomadora		FMEA	
Función	Falla Funcional	Modo de falla (causa de la falla)	Efectos de la falla
Verter goma en los bordes de la tapa de hojalata.	Constante derrame de goma en las tapas y en la mesa de engomado.	<ul style="list-style-type: none"> - La rapidez de la máquina. - Mecanismo muy tosco. 	Se genera merma de producción y parada de máquina.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: FMEA del horno

AREA: Producción EQUIPO: Horno			Fecha:
FMEA			
Función	Falla Funcional	Modo de falla (causa de la falla)	Efectos de la falla
Pasar un proceso de curado durante 5 minutos.	Demora al momento de esperar que se llene el horno.	El tiempo que demora en realizar el curado	Genera atraso en la producción

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: FMEA de la cámara de inspección

AREA: Producción EQUIPO: Cámara de inspección			Fecha:
FMEA			
Función	Falla Funcional	Modo de falla (causa de la falla)	Efectos de la falla
Calificar si la tapa de hojalata está en óptimas condiciones.	No detecta al 100%	Su Margen de error	Mas trabajo al personal encargado del control de calidad final.

Fuente: Elaboración propia

Se clasifican las fallas por orden de importancia, así logrando establecer las tareas del mantenimiento más convenientes en las áreas donde se está generando mayor problema, con el fin de mitigarlas o eliminarlas por completo.

PASO 2: Suprimir el deterioro y corregir deficiencias.

Se busca eliminar el deterioro acumulado y plantear alternativas de mejora que eviten las fallas recurrentes (crónicas). Una estrategia interesante es replicar, en otros equipos o situaciones similares, las mejoras cuyos resultados fueron positivos. En este paso como ya se sabe cuáles son las máquinas con mayor criticidad en la producción se evaluarán la máquina de prensa ya que el proceso de curlingado tanto como el proceso de engomado tienen mayor merma y paradas. Junto con el jefe de mantenimiento con el supervisor de producción se planteó dos alternativas de mejora, una para alternativa diferente para cada máquina.

Tabla 28: *Planteamiento de alternativas*

Alternativa	Máquina	Beneficio
1: Implementar en los bordes de la máquina de curlingado cinta masking delgada.	PRENSA – CURLINGADO	Ayudará a moldear las tapas sin ralladuras en los bordes, logrando así disminuir la merma y aumentar la producción.
2: Implementar imantación en la mesa engomadora.	ENGOMADORA	Disminuirá los atraques de tapas y el derrame de goma tanto en la tapa como en la mesa de engomado, logrando así aumentar la producción y disminuir la cantidad de merma.

Fuente: Elaboración propia

PASO 3: Crear o mejorar el sistema de información.

En este paso se permite mejorar el sistema de información de mantenimiento y hasta se puede incluir la instalación de un nuevo sistema de información. El sistema escogido debe permitir gestionar todo el modelo funcional del área: esto es, emitir OT, planificar y calendarizar rutinas preventivas, predictivas, detectivas, registrar y controlar los gastos de repuestos, mano de obra y servicio de terceros, registrar las fallas y los periodos de detención, almacenar datos técnicos, administrar el consumo de repuestos, etc. Lo cierto es que un software, aun así, sea muy poderoso no podrá por sí mismo disminuir la frecuencia de las fallas y resolver todos los problemas. Como se dijo con anterioridad los sistemas prevén datos, la información solo es generada por las personas. Solo la conjugación de una buena base de datos y el poder del análisis de los especialistas, pueden mejorar el diagnostico de averías, mejorar el impacto de los modos de falla y reducir los gastos de mantenimiento. Se plantea un sistema de información en la tabla Nro.29 donde se realiza un detallado control de las averías o fallas realizadas en la producción con el tiempo que demora la parada de máquina y en que trascurso del día sucede.

Tabla 29: Sistema detallado de averías de Metalpren.

METALPREN					
FECHA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE LA PARADA	TIEMPO	Total de paradas/ dia	TRASCURSO DE HORA
19/04/2019	AR1	Preparación y limpieza de línea.	15min	7PARADAS	7:00 A 8:00 AM
	BR1	Preparación y limpieza de línea.	15min		8:00 A 9:00 AM
	DR3	Selección de tapas acumuladas	30min		10:00 A 11:00 AM
	EF2	Pulido de compuesto por rayadura exterior	15min		11:00 A 12:00 PM
	BR5	Refrigerio	30min		8:00 A 9:00 AM
	CR5	Refrigerio	15min		9:00 A 10:00 AM
	LR3	Selección de tapas acumuladas	40min		6:00 A 7:00 PM
22/04/2019	AR1	Preparación y limpieza de línea.	15min	8PARADAS	7:00 A 8:00 AM
	BR5	Refrigerio	30min		8:00 A 9:00 AM
	ER3	Selección de tapas acumuladas	15min		11:00 A 12:00 PM
	DF2	Pulido de compuesto por rayadura exterior	10min		10:00 A 11:00 AM
	FF6	Cambio de cintas de puente y pulido de disco	15min		12:00 A 1:00 PM
	GF6	Cambio de cintas de puente y pulido de disco	15min		1:00 A 2:00 PM
	JF8	Cambio de cinta y atraques de tapas	45min		4:00 A 5:00 PM
	LR3	Selección de tapas acumuladas	45min		6:00 A 7:00 PM
23/04/2019	AR1	Preparación y limpieza de línea.	15min	7PARADAS	7:00 A 8:00 AM
	BR5	Refrigerio	30min		8:00 A 9:00 AM
	R1	Preparación y limpieza de línea.	15min		9:00 A 10:00 AM
	F6	Cambio de cintas de puente y pulido de disco	15min		10:00 A 11:00 AM
	F6	Cambio de cintas de puente y pulido de disco	15min		11:00 A 12:00 PM
	F2	Pulido de compuesto por rayadura exterior	10min		4:00 A 5:00 PM
	R3	Selección de tapas acumuladas	45min		6:00 A 7:00 PM
24/04/2019	R1	Preparación y limpieza de línea.	15min	10PARADAS	7:00 A 8:00 AM
	R5	Refrigerio	30min		8:00 A 9:00 AM
	R5	Refrigerio	15min		9:00 A 10:00 AM
	F6	Cambio de cintas de puente y pulido de disco	10min		10:00 A 11:00 AM
	F6	Cambio de cintas de puente y pulido de disco	10min		12:00 A 1:00 PM
	F6	Cambio de cintas de puente y pulido de disco	10min		2:00 A 3:00 PM
	F6	Cambio de cintas de puente y pulido de disco	10min		3:00 A 4:00 PM
	F10	Avería de motor reductor de salida del horno vertical	10min		4:00 A 5:00 PM
	F8	Cambio de cinta de plato, pisador y mesa de engomado, por mucho compuesto.	35min		5:00 A 6:00 PM
	R3	Selección de tapas acumuladas	45min		6:00 A 7:00 PM

Fuente: Elaboración propia

También se realiza un programa de mantenimiento preventivo, donde se detalla las tareas a realizar, la frecuencia con la que se realiza, ya sea diario, semanal, mensual, anual, se registró el tiempo que demora en ejecutarse cada actividad, los materiales requeridos, el responsable a cargo de realizar dicha operación, los costos que toma realizar la actividad, como también se registró si el mantenimiento se realiza cuando la máquina esta parada o en marcha, En la tabla Nro. 30 se explica el plan de mantenimiento de la prensa y en la tabla Nro. 31 se explica el plan de mantenimiento de la engomadora.

Tabla 30: Plan de mantenimiento de la prensa.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LA PRESA									
TAREA A REALIZAR	FRECUENCIA A REALIZAR				TIEMPO (min)	MATERIALES	RESPONSABLE	MARCHA O PARADA	COSTO/ACTIVIDAD
	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL					
Comprobar ausencia de vibraciones y ruidos extraños.	X				10min	-	Operario	M	S/1.00
Inspección visual de derrame de aceite.	X				5min	Mangueras y conectores	Operario	M	S/0.50
Inspección visual de derrames de grasa.	X				5min	Mangueras y conectores	Operario	M	S/0.50
Inspección y llenado de aceite	X				15min	2L. De aceite Omala 150	Operario	P	S/1.50
Cambio de cinta de puente.	X				5min	5metros de cinta masking	Operario	P	S/0.50
Verificación de medidas del producto.	X				2min	4 uni de florescente	Operario	M	S/0.20
Limpieza de tablero de alimentación		X			20min	Trapo industrial y 1/8 de litro de limpioll	Técnico Eléctrico	P	S/3.60
Limpieza de regla principal y auxiliar		X			20min	Trapo industrial y 1/8 de litro de limpioll	Técnico Mecánico	P	S/4.11
Limpieza de ventosas (Cambio si esque lo requiere)		X			20min	Trapo industrial y 1/8 de litro de limpioll	Técnico Mecánico	P	S/4.11
Retire e instalación de cintas		X			15min	Trapo industrial y 1/8 de litro de limpioll	Operario	P	S/1.50
Lubricación de columna de matriz		X			60min	Lubricante y trapo industrial	Operario	P	S/6.00
Limpieza exterior de la prensa.		X			20min	Lubricante y trapo industrial	Operario	M	S/2.00
Limpieza de trasportador, hacia discos curles.		X			60min	Trapo industrial y 1/8 de litro de limpioll	Operario	P	S/6.00
Limpieza de carriles volteadores de tapa		X			30min	Trapo industrial y 1/8 de litro de limpioll	Operario	P	S/3.00
Limpieza de faja trasportadora, hacia engomadora		X			30min	Trapo industrial y 1/8 de litro de limpioll	Operario	P	S/3.00
Inspección de temperatura de motor principal			X		25min	Pirometro	Técnico Eléctrico	M	S/4.50
Inspección de faja de transmisión			X		25min	-	Técnico Mecánico	M	S/5.25
Inspección de aceite de caja de transmisión			X		15min	1litro de aceite	Operario	M	S/1.50
Limpieza de ventosas (Cambio si esque lo requiere)			X		60min	Trapo industrial y 1/8 de litro de limpioll	Operario	P	S/6.00
verificar fugas de aire y aceite			X		10min		Operario	M	S/1.00
Verificar juego del alimentador de tiras			X		15min	Reloj comparador	Operario	M	S/1.50
Verificar la faja trasportadora			X		20min		Operario	M	S/2.00
Engrase de chumacera			X		60min	Grasa blanca o alimentaria	Operario	P	S/6.00
Desmontaje de la matriz				X	4800min	trapo industrial, zurdos de limpioll, repuestos en general, herramientas, aceite, grasa,calibrador, vincha y reloj comparador	2 Operario,2 Técnicos mecanicos y 2 técnicos eléctricos	P	S/4,704.00
Cambio completo de los repuestos				X				P	
Engrasado, lubricación y calibración				X				P	
TOTAL									S/4,769.27

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Plan de mantenimiento de la engomadora.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE LA ENGOMADORA									
TAREA A REALIZAR	FRECUENCIA A REALIZAR				TIEMPO (min)	MATERIALES	RESPONSABLE	MARCHA O PARADA	COSTO/ACTIVIDAD
	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	ANUAL					
Comprobar ausencia de vibraciones y ruidos extraños.	X				10min	-	Operario	P	S/1.00
Inspección visual de derrame de aceite.	X				5min	-	Operario	P	S/0.50
Inspección visual de derrames de grasa.	X				5min	-	Operario	P	S/0.50
Inspección y llenado de aceite	X				15min	2L. De aceite Omala 150	Operario	P	S/1.50
Cambio de cinta.	X				5min	5metros de cinta masking	Operario	P	S/0.50
Verificación de medidas del producto.	X				2min	Florescente	Operario	M	S/0.20
Limpieza de reglas y mesa.		X			20min	Trapo industrial y 1/8 de litro de limpioll	Técnico Mecánico	P	S/3.60
Limpieza de tolvas.		X			20min	Trapo industrial y 1/8 de litro de limpioll	Técnico Mecánico	P	S/3.60
Limpieza de filtro de sistema de engomado		X			60min	Agua	Técnico Mecánico	P	S/10.80
Retiro y cambio de cintas.		X			20min	5metros de cinta masking	Operario	P	S/2.00
Limpieza de inyectores, dejar limpio sin exceso de goma.		X			30min	Trapo industrial y 1/8 de litro de limpioll	Operario	P	S/3.00
Cambio del resorte del inyector de goma		X			60min	Resorte 5 de diametro	Operario	P	S/6.00
Calibración del sistema de engomado, realizar pruebas con el propio compuesto.		X			40min	Manometro de presión	Operario	M	S/4.00
Limpieza del tanque de goma			X		40min	Trapo industrial y 1/8 de litro de limpioll	Operario	P	S/4.00
Limpieza de inyectores, dejar limpio sin exceso de goma.			X		25min	Trapo industrial y 1/8 de litro de limpioll	Operario	P	S/2.50
Limpieza de mangueras			X		30min	Agua	Operario	P	S/3.00
Inspección de fugas de goma			X		25min	-	Operario	M	S/2.50
Reajuste de tuercas y calibración de los sensores de proximidad			X		30min	Llaves mixtas milímetros y pulgadas	Técnico Mecánico	P	S/5.40
Inspección del correcto funcionamiento del sistema de lubricación centralizada.			X		50min	2litros de Aceite omala 150	Técnico Mecánico	M	S/9.00
Inspección de rodamientos			X		60min	-	Técnico Mecánico	M	S/10.80
Inspección del sistema de trasmisión.			X		30min	-	Técnico Mecánico	M	S/5.40
Inspección de faja y cadena de trasmisión.			X		60min	-	Técnico Mecánico	M	S/10.80
Inspección de motor de mandril y faja de trasmisión.			X		60min	-	Técnico Mecánico	M	S/10.80
Desmontaje de la matriz				X	4800min	Trapo industrial, 2litros de limpioll, repuestos en general, herramientas, aceite, grasa, calibrador , vinchas y reloj comparador.	2 operarios, 2 técnicos mecánicos y 2 técnico eléctrico	P	S/4,704.00
Cambio completo de los repuestos				X				P	
Engrasado, lubricación y calibración				X				P	
TOTAL									S/4,805.40

Fuente: Elaboración propia

Se presenta en la siguiente tabla Nro. 32 la frecuencia del plan de mantenimiento preventivo donde se describen las operaciones generales que se realizan diariamente, semanalmente, mensualmente, semestralmente y anual, como también en la tabla Nro. 33, se detalla los costos de mano de obra.

Tabla 32: *Frecuencia de operaciones del mantenimiento.*

FRECUENCIA	OPERACIONES GENERALES DEL MANTENIMIENTO
DIARIA	Inspección visual de aceite, grasa y presión
	Cambio de cintas
	Verificación de medida del producto
SEMANAL	Limpieza exterior de la prensa y engomadora
	Limpieza de tablero de alimentación, de fajas, de ventosas, de carriles volteadores
	Lubricación de columna de matriz
	Retiro e instalación de cintas
MENSUAL	Revisiones externas, revisión de rodamientos, pulsadores y de la matriz
	Ajuste de cableado
	Revisión de discos
	Cambio de algunos repuesto desgastados.
SEMESTRAL	Limpieza de peines del horno
	Cambio de bandas trasportadoras
	Verificación de bombas de aceite y de grasa
	Revisión de los rodamientos
	Revisión de las valvulas de vacío de aire
	Revisar el sistema de lubricación
	Inspección de los piñones y bocinas
	Inspección del juego axial
ANUAL	Desmantelado de la máquina, cambio completo con todos los repuestos de la máquina, engrasado, lubricación, calibración.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Costos de mano de obra

RESPONSABLE	CANTIDAD	COSTO POR DÍA	COSTO MENSUAL/PERSONA	COSTO MENSUAL TOTAL
Operario	3	40	1200	3600
Técnico mecánico	2	70	2100	4200
Técnico eléctrico	2	80	2400	4800

Fuente: Elaboración propia

Metalpren, para realizar su mantenimiento necesita de herramientas, insumos y materiales, a continuación, en la tabla Nro. 34 se detalla las herramientas, insumos y materiales a utilizar.

Tabla 34: Herramientas, materiales e insumos de la empresa metalpren.

METALPREN		
Herramientas a usar	Repuestos a usar	INSUMOS
Llaves mixtas	Tuercas	Limpiol
Llaves allen	Arandelas	Cinta masking de 2pulgadas
Llave francesa 12pulgadas	Prisioneras	Trapo industrial
Llave francesa 24pulgadas	Abrazaderas	Lija de agua
Llave stilson	Pernos	Lija de fierro
Martillos	Manguera flexible alambrada	Cilindro de compuesto sellador Wakol
Instrumentos de medida	Resorte de 8mm	Aceite omala 150
Reloj comparador		Fluorescente
Calibrador		
Manómetro		
Pirómetro		
Trasformador		
Taladros		
Botadon		
Esmoriles		
Manómetro		
Pirómetro		
Reloj comparador		

Fuente: Elaboración propia

En la tabla Nro. 35 se explica el stock de repuestos que tiene la empresa metalpren dividiéndolas en dos categorías, según su desgaste y componentes electrónicos.

Tabla 35: Stock de repuestos de metalpren.

METALPREN	DIVISIÓN DE REPUESTO EN 2 CATEGORÍAS		
STOCK DE REPUESTOS REQUERIDOS SEGÚN CATEGORÍA	STOCK	PIEZAS SOMETIDAS A DESGASTE	COMPONENTES ELECTRÓNICOS
Descripción			
Tuercas de 1/4 de pulgada	10		
Tuercas de 1/2 de pulgada	10		
Tuercas de 3/8 de pulgada	10		
Tuercas de 5/16 de pulgada	10		
Tuercas de M5	10		
Tuercas de M6	10		
Tuercas de M8	10		
Pernos 1/4 de pulgada	10		
Pernos 1/2 de pulgada	10		
Pernos 3/8 de pulgada	10		
Pernos 5/16 de pulgada	10		
Pernos de M5	10		
Pernos de M6	10		
Pernos de M8	10		
Prisioneros 1/4 de pulgada	10		
Prisioneros 1/2 de pulgada	10		
Prisioneros 3/8 de pulgada	10		
Prisioneros 5/16 de pulgada	10		
Prisioneros de M5	10		
Prisioneros de M6	10		
Prisioneros de M8	10		
Arandelas 1/4 de pulgada	10		
Arandelas 1/2 de pulgada	10		
Arandelas 3/8 de pulgada	10		
Arandelas 5/16 de pulgada	10		
Arandelas de M5	10		
Arandelas de M6	10		
Arandelas de M8	10		
Abrazaderas 3/4	10		
Mangeras flexibles alambradas de 3/4	2		
Resorte 5 de diametro	3		
Rodamientos	2		
Correa de trasmision	2		
Trasformador	2		

Fuente: Elaboración propia

Para la implementación del mantenimiento preventivo es necesario tener los repuestos, insumos y materiales al alcance de los operarios para así poder realizar un trabajo en menor tiempo. Debido a los costos elevados que se genera tener un stock alto de repuestos, insumos y materiales, se tendrá básicamente una cantidad de repuestos mínimos suficientes para prevenir las paradas en las máquinas. En la tabla nro. 36 se notará los costos que genera adquirir los repuestos, insumos y materiales mensualmente.

Tabla 36:Costos de los repuestos, insumos y materiales.

REPUESTOS	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Tuercas de 1/4 de pulgada	10	S/ 0.55	S/ 5.50
Tuercas de 1/2 de pulgada	10	S/ 1.00	S/ 10.00
Tuercas de 3/8 de pulgada	10	S/ 1.35	S/ 13.50
Tuercas de 5/16 de pulgada	10	S/ 0.15	S/ 1.50
Tuercas de M5	10	S/ 0.60	S/ 6.00
Tuercas de M6	10	S/ 0.60	S/ 6.00
Tuercas de M8	10	S/ 0.60	S/ 6.00
Pernos 1/4 de pulgada	10	S/ 0.97	S/ 9.70
Pernos 1/2 de pulgada	10	S/ 1.97	S/ 19.70
Pernos 3/8 de pulgada	10	S/ 1.00	S/ 10.00
Pernos 5/16 de pulgada	10	S/ 1.55	S/ 15.50
Pernos de M5	10	S/ 0.40	S/ 4.00
Pernos de M6	10	S/ 0.40	S/ 4.00
Pernos de M8	10	S/ 0.40	S/ 4.00
Prisioneros 1/4 de pulgada	10	S/ 0.90	S/ 9.00
Prisioneros 1/2 de pulgada	10	S/ 0.90	S/ 9.00
Prisioneros 3/8 de pulgada	10	S/ 0.90	S/ 9.00
Prisioneros 5/16 de pulgada	10	S/ 0.90	S/ 9.00
Prisioneros de M5	10	S/ 1.30	S/ 13.00
Prisioneros de M6	10	S/ 1.30	S/ 13.00
Prisioneros de M8	10	S/ 0.13	S/ 1.30
Arandelas 1/4 de pulgada	10	S/ 0.20	S/ 2.00
Arandelas 1/2 de pulgada	10	S/ 0.20	S/ 2.00
Arandelas 3/8 de pulgada	10	S/ 0.20	S/ 2.00
Arandelas 5/16 de pulgada	10	S/ 0.20	S/ 2.00
Arandelas de M5	10	S/ 0.20	S/ 2.00
Arandelas de M6	10	S/ 0.20	S/ 2.00
Arandelas de M8	10	S/ 0.20	S/ 2.00
Abrazaderas 3/4	10	S/ 0.80	S/ 8.00
Mangueras flexibles alambradas de 3/4	2	S/ 10.00	S/ 20.00
Resorte 5 de diametro	3	S/ 0.10	S/ 0.30
Trapo industrial	30	S/ 0.60	S/ 18.00
Flourescente	5	S/ 19.90	S/ 99.50
INSUMOS			
Limpiol	5	S/ 25.00	S/ 125.00
Cinta masking de 2pulgadas	3	S/ 12.00	S/ 36.00
Cinta masking de 3/4	3	S/ 4.15	S/ 12.45
Lija de agua 1000	3pliegos	S/ 1.90	S/ 5.70
Lija de agua 600	3pliegos	S/ 1.90	S/ 5.70
Lija de agua 800	3pliegos	S/ 12.00	S/ 36.00
Lija de fierro 120	3pliegos	S/ 2.40	S/ 7.20
Cilindro de compuesto sellador Wakol	1cilindro	S/ 316.80	S/ 316.80
Aceite omala 150	15galones	S/ 119.25	S/ 1,788.75
			S/ 2,672.10

Fuente: Elaboración propia

PASO 4 Y 5: Mejorar el proceso de mantenimiento periódico y Mejorar el proceso de mantenimiento (predictivo/ proactivo)

En estos dos pasos se busca optimizar los procesos de mantenimiento periódico y condicional con el desarrollo e implementación de estándares específicos. Es por ello que se realizarán actividades del mantenimiento predictivo y proactivo ya que los dos anticiparán las fallas que puedan ocasionarse determinando la causa raíz, realizando el mantenimiento predictivo y proactivo antes de iniciar el proceso como la utilización de las hojas de inspección, reportes de trabajo y reportes de avería. También se requiere la investigación de nuevos métodos para diagnosticar fallas sintomáticas, cómo viene hacer la lubricación y calibración, ejecutándolos con el personal propio o contratando servicios externos. Es por ello que aquí interviene un plan de mantenimiento del cual son los siguientes.

Reemplazo de piezas:

Se llegarán a reemplazar piezas de las máquinas, como vienen hacer las tuercas, los pernos, las abrazaderas, etc., debido al desgaste natural o a la fatiga por oxidación, erosión, oxidación o ciclos térmicos. Esto se podrá realizar luego de la inspección de la máquina, ya que así se podrá saber con exactitud que piezas cambiar o reemplazar. La reposición de las maquinas a su estado original se logrará con el reemplazo de sus piezas.

Conservación, revisión o restauración:

En esta actividad se revisará las máquinas de forma programada para llegar a un rendimiento óptimo. (Consiste en desarmar, desmontar e inspeccionar la máquina), Esta actividad será programada para los sábados, ya que en esos días no labora la empresa.

Rutinas de inspección y chequeos de rutina:

Esta actividad sirve para corregir los defectos encontrados y es una actividad de bajo costo que ayuda al beneficio de la empresa. Para Pistarelli A, (2010, p.114) menciona que existen dos tipos de rutinas de inspección, las cuales son rutinas de inspección estáticas (RIE): son las que consisten en chequear visualmente los equipos fuera de la operación normal sin necesidad de llegar a desarmar sus componentes, esta inspección es de manera general y se realiza antes de dar en marcha la producción. Por otro lado, tenemos las inspecciones dinámicas (RID) las que: se llevan a cabo aplicando los sentidos o utilizando instrumentos de

baja complejidad técnica, durante la operación normal de la máquina. Estas rutinas se realizarán a diario antes de iniciar la producción, para asegurar que no presenten fallas durante que la máquina este en curso. La Tabla (37) se muestra las tareas generales más frecuentes en las rutinas de inspección, en la Tabla (38) muestra la hoja de inspección dinámica la cual se realizará de manera diaria a los equipos, en la Tabla (39) se muestra la orden de trabajo y en la tabla (40) el reporte de averías.

Tabla 37: Tareas más frecuentes en una inspección de rutinas

Rutina de inspección	Identificar vibraciones y ruidos extraños
	Eliminar suciedad, contaminantes y deterioro evidente
	Detectar puntos cayentes y medir temperatura
	Verificar variables de proceso
	Identificar pérdidas de fluido
	Detectar anomalías, objetos extraños y abandonados
	Verificar nivel, color y aceite de lubricantes
	Controlar estados de desgaste general
	Realizar ajustes menores
	Identificar daños accidentales en los equipos
	Eliminar materiales peligrosos
	Recolectar datos de proceso
	Pruebas menores de estanquidad
	Mediciones de corriente
	Comprobar redundancias o sistemas de protección

Fuente: Pistarelli A, (2010, p94)

Tabla 38: Hoja de Inspección Dinámica

Hoja de Inspección Dinámica						
Área					Fecha	
Sector					Responsable	
Equipo					Tiempo	
Frecuencia					Fotografía del equipo	
Realizó						
Protección personal y precaución			Autorizó:			
			Firma y Ejecutante:			
Equipo	Descripción de la tarea	Modo	Acción	Valor esperado	Registro / Observación	

Fuente: Pistarelli A, (2010, p.94)

Tabla 39: Orden de trabajo

Logo	ORDEN DE TRABAJO		Código:	
			Fecha:	
			Revisión:	Original
Fecha:		N°:		
Solicitado por:				
Prioridad de tarea:		Mantenimiento:		
Máquina o Equipo		Código	Ubicación	
DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS A REALIZAR				
Falla:				
Causa:				
Solución:				
RECURSOS NECESARIOS				
Mano de obra		Repuestos / Materiales		Cantidad
Fecha y Hora de inicio		Fecha y hora de finalización		
Firma		Firma		
Encargado de Mantenimiento		Trabajo aprobado		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40: Reporte de averías

Logo	REPORTE DE AVERÍAS		Código:	
			Fecha:	
			Revisión:	
Fecha:		N°		
Máquina	Tipo de frecuencia <input type="checkbox"/> Diaria <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Mensual			
Código				
Defecto de la máquina				
Acción Preventiva				
Materiales Utilizados				
Condicion general de la Máquina	OPERATIVA <input type="checkbox"/> EN REPARACIÓN <input type="checkbox"/>			
OBSERVACIONES				
Firma:				
Jefe de mantenimiento				

Fuente: Elaboración propia

Todo esto se logra mediante rutinas periódicas o también llamadas rutinas de inspección que se realizará desde la última semana de julio en adelante. Para Pistarelli A, (2010, p.99) Una rutina de lubricación es una secuencia de puntos a lubricar o inspeccionar ordenados según algún criterio establecido ya puede ser (geográfico, lógico, funcional, etc.) y debe respetarse por quien esté a cargo del trabajo. Las rutinas de lubricación se basan en algunas actividades:

Adición o reemplazo periódico de grasas lubricantes, en este caso se utiliza grasa blanca o alimentaria.

Cambio de aceite o piezas con baja complejidad, aquí se utiliza el aceite omala 150.

Ajuste de conectores, verificación de depósitos, registros de información, etc.

Controles de nivel (eventual registro) y adicción en caso de requerirse

Los cambios sistemáticos de lubricantes, filtros o piezas, vinculadas al lubricante en reductores, motores de combustión interna, transformadores, etc., no es correcto incluir en las hojas de rutinas de lubricación ya que necesitan un nivel alto de especialización. La lubricación es efectuada por el operario de la máquina o por un lubricador, y exige un estricto control de cada fase.

A continuación, se presenta en la (Tabla 41) la información a incluir en una hoja de rutina de lubricación y en la (Tabla 42) la hoja de ruta para la lubricación.

Tabla 41: Información a incluir en una hoja de rutina de lubricación

Rutina de lubricación	Planta / sector de la fabrica
	Fecha requerida de ejecución
	Numero de hoja de ruta
	Equipos de intervalo
	Frecuencia de la hoja de ruta
	Punto de lubricación
	Detalle del punto
	Tipo de lubricante para cada tipo de ruta (especificando claramente el código y características)
	Cantidad de lubricante adicionar
	Herramientas necesarias
	Tiempo en min de la ruta
	Espacio para obeservaciones
	Firma del lubricador o responsable
	Elemento de seguridad personal
	Permiso de trabajo o autorización

Fuente: Pistarelli A, (2010, p.94)

Tabla 42: Hoja de ruta para la lubricación

Hoja de ruta para la lubricación								
Ingeniería de mantenimiento		Division: Mécanica					Fecha	
Área							Responsable	
Código								
Equipo			Frecuencia					
Fecha			Inicio					
			Finalización					
Permiso							Tiempo estimado	
Solicitante			Ejecutante					
Duración							Fotografía del equipo	
Comentario								
						Autorizó:		
Protección personal y precaución						Firma y Ejecutante:		
Componente	Descripción	Punto	Detalle Punto	Lubricante	Acción	Cantidad	Repuesto	Observación

Fuente: Pistarelli A, (2010, p.94)

Calibración:

Es una acción del mantenimiento preventivo porque llega a medir, controlar y ajustar los factores de dicho proceso conforme a los patrones certificados. Esta rutina admite preservar la calidad de las máquinas, para que así se ajusten a las normativas vigentes. Para la calibración se utiliza un reloj comparador, esta acción se realiza semanalmente y en ocasiones diarias cuando se requiera.

PASO 6: Optimizar integralmente el proceso “Mantenimiento preventivo”

Finalmente, en este paso se integra y se consolida los pasos anteriores mejorando el proceso de gestión completa, como vienen hacer el 1 Desarrollo del talento humano (aquí se ve la capacidad del personal al momento de realizar su labor logrando ver si es eficiente y eficaz, es por ello que requiere de constante capacitación, motivación, buena comunicación con su personal tanto superior como inferior, un ambiente laboral agradable ya que esto nos ayudara a tener una confiabilidad más alta con el personal.) 2 Definición de estrategias (Se implementan nuevas alternativas de solución para las máquinas que tienen más paradas ayudando a mejorar la producción) 3 Optimización de procesos (Para optimizar los procesos se tiene que monitorear el desempeño de la producción y evaluar un plan de acción para su mejoramiento) 4 Optimización de los activos (Aquí se realizan una serie de procedimientos y herramientas vitales para mejorar el impacto total de los costos, exposición al riesgo y el desempeño en la producción. Implica adquirir todos los recursos materiales para llevar acabo las estrategias establecidas.) la meta es aumentar la eficiencia de las acciones de mantenimiento. Planteando objetivos de mejora para los costos de mantenimiento, es decir con el mantenimiento preventivo se busca disminuir los costos, es por ello que se invierte en un personal especializado que esté a cargo de la máquina semanalmente en vez de tener a ese mismo personal en planta diario ya que si se realiza un mantenimiento general a las máquinas un fin de semana, no es necesario estar esperando a que la máquina se pare para recién revisarla, eso ocasiona un costo innecesario, por otro lado los insumos o herramientas que se utilizan para el mantenimiento tienen que tener un control cada fin de semana, para así evitar compras innecesarias de almacén al suponer que falta más material o herramientas. Otro costo para disminuir gracias al mantenimiento es el aumento de la producción ya que al no tener tantas paradas las tapas logran salir en un buen estado, llegando a cumplir la meta de producción esperada, debido a la disponibilidad y eficiencia de los equipos. A continuación, se presenta el proceso antes del mantenimiento y el proceso después del mantenimiento donde se ve un proceso mejorado con la utilización correcta de las ordenes de trabajo, las hojas de inspección dinámica y el reporte de averías.

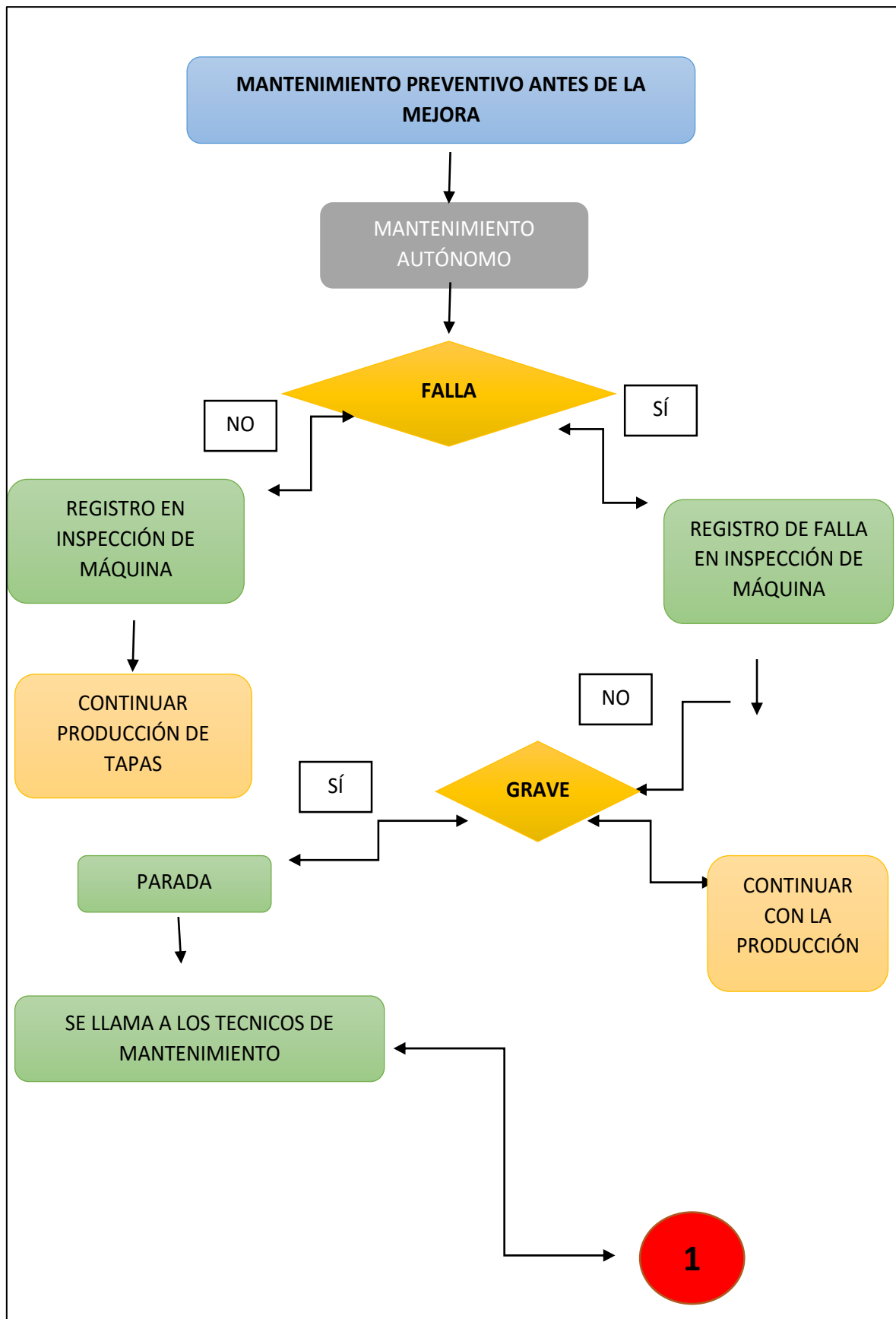
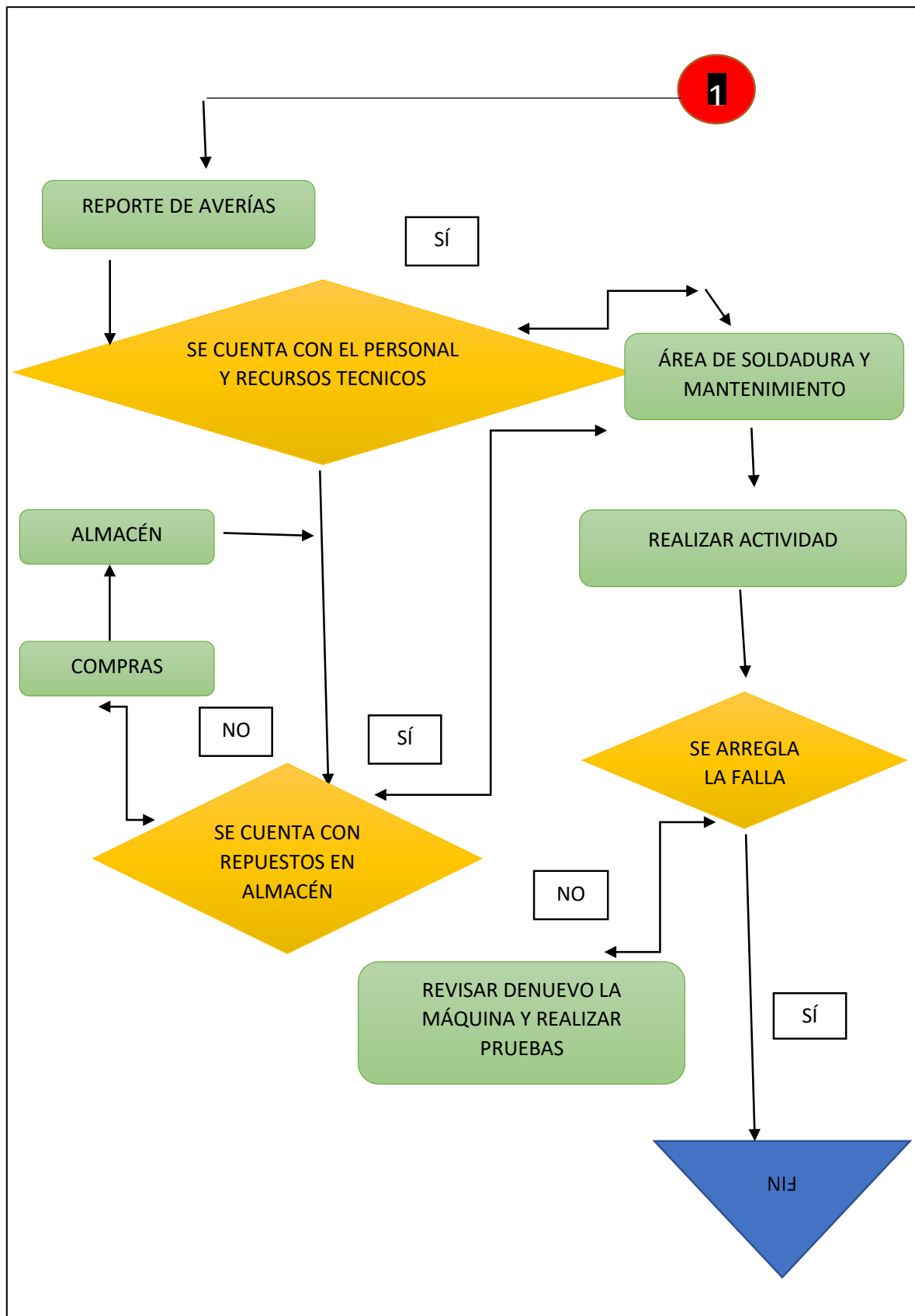


Figura 37: Proceso del mantenimiento preventivo antes de la mejora.



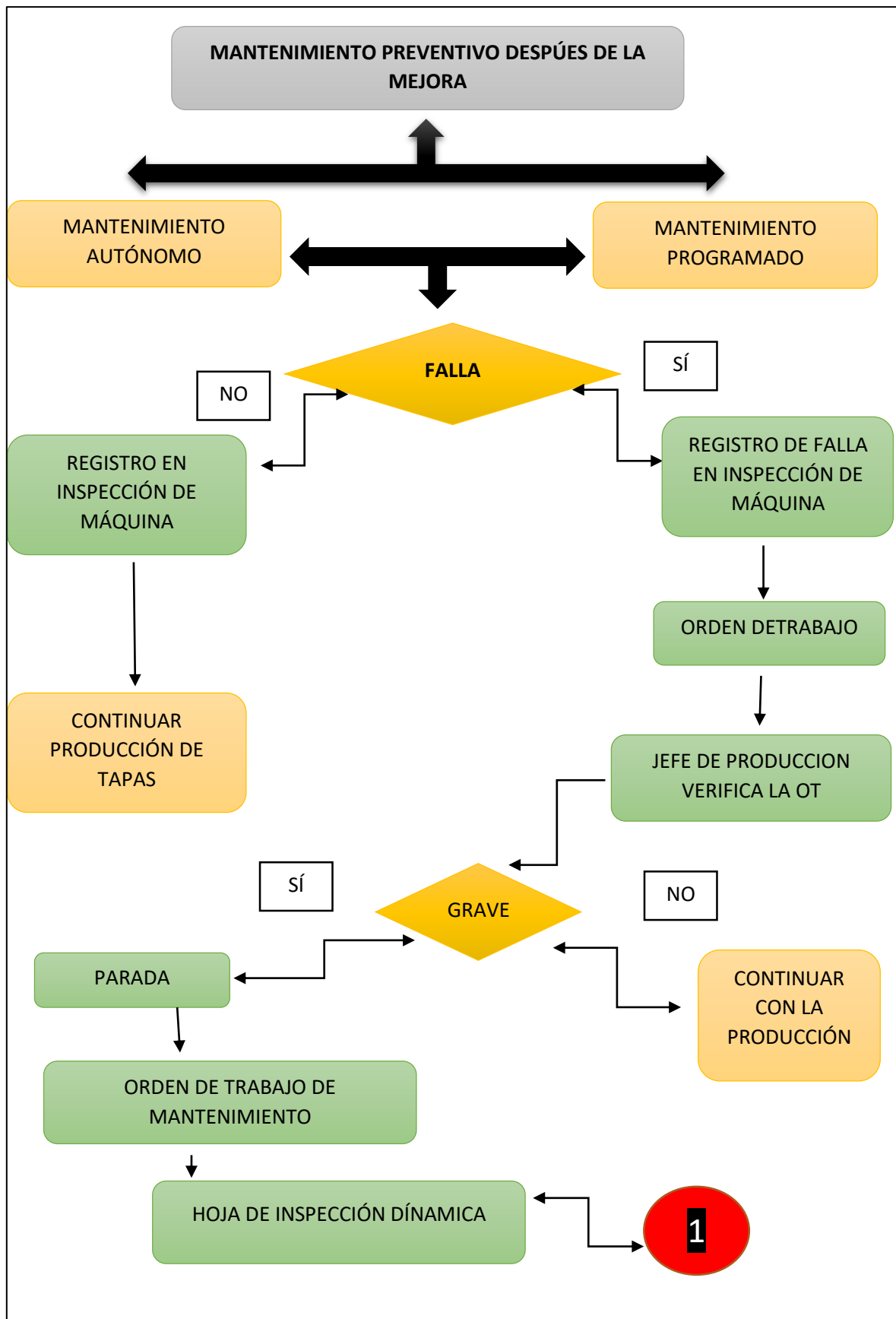
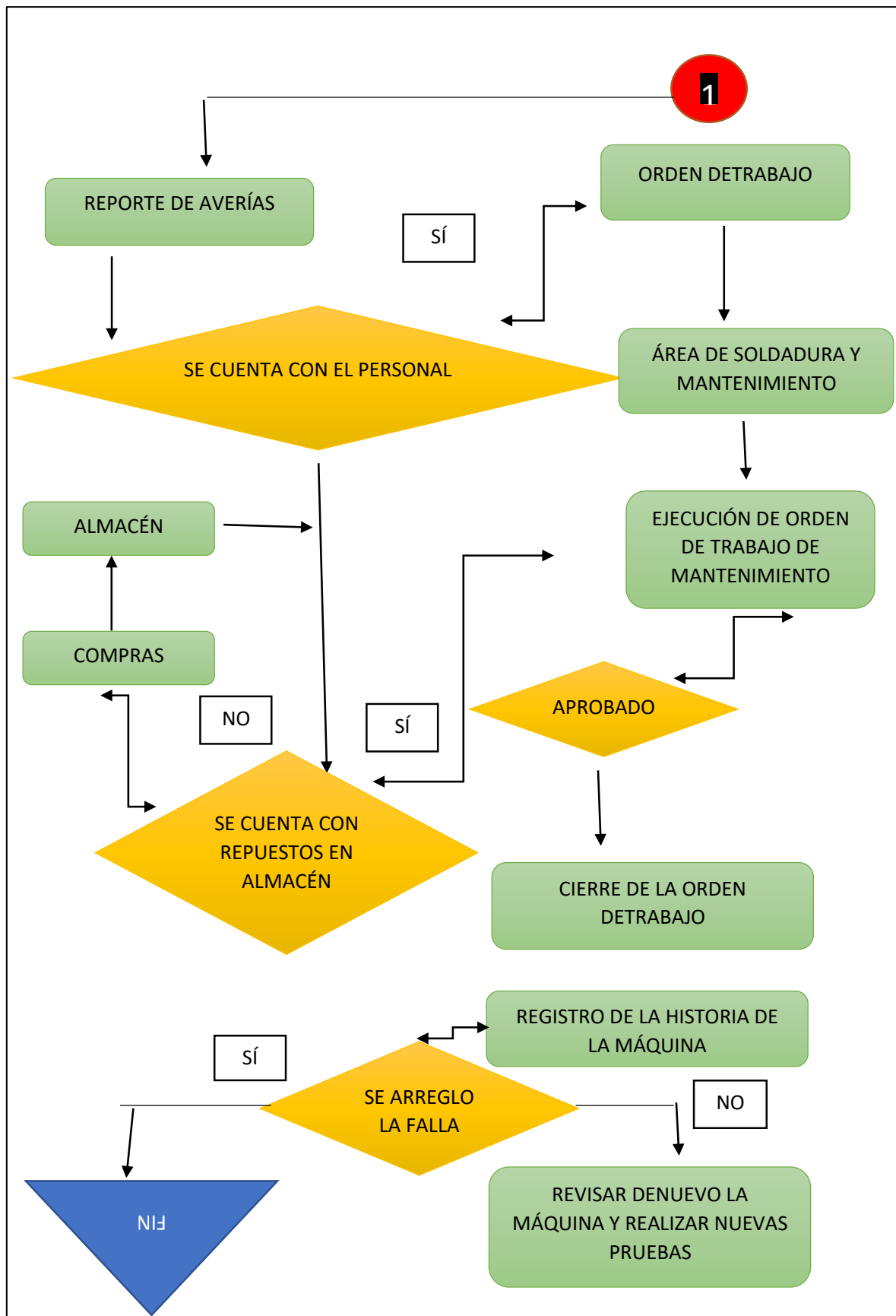


Figura 38: Proceso del mantenimiento preventivo después de la mejora.



2.7.3. Resultados de la implementación

Después de haber realizado el mantenimiento preventivo podemos visualizar la mejora en nuestras variables.

Variable Independiente: Mantenimiento Preventivo después de la mejora

Esta medición es desde el 21 de agosto del 2019 al 02 de octubre del 2019, teniendo como minutos operados 720 y minutos por paradas no programadas un promedio de 97min dando como resultado una disponibilidad de 87% y cada 160 minutos como promedio sucede una falla no prevista.

Tabla 43: Medición del mantenimiento preventivo de Metalpren s.a

MEDICIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO METALPREN S.A.								
ITEMS	DÍAS	INDICADORES					MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
		DISPONIBILIDAD		TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS			DISPONIBILIDAD $D = (T_o - T_{np}) / (T_{np}) \times 100\%$ Donde: D: Disponibilidad ^P T _o : Tiempo disponible para operar T _{np} : Tiempo de paradas no programadas	MTBF $MTBF = (T - T_f) / C_f$ Donde: MTBF = Mean Time Between Failure (Tiempo medio entre fallas) T : Tiempo disponible para operar T _f : Tiempo de paradas no programadas
		T _o (min)	T _{np} (min)	T _o (min)	T _{np} (min)	C _f		
1	21/08/2019	720	100	720	100	4	86%	155
2	22/08/2019	720	115	720	115	4	84%	151
3	23/08/2019	720	70	720	70	3	90%	217
4	26/08/2019	720	130	720	130	6	82%	98
5	27/08/2019	720	115	720	115	5	84%	121
6	28/08/2019	720	110	720	110	6	85%	102
7	29/08/2019	720	75	720	75	4	90%	161
8	2/09/2019	720	85	720	85	3	88%	212
9	3/09/2019	720	60	720	60	3	92%	220
10	4/09/2019	720	85	720	85	3	88%	212
11	5/09/2019	720	80	720	80	4	89%	160
12	6/09/2019	720	105	720	105	6	85%	103
13	9/09/2019	720	65	720	65	4	91%	164
14	10/09/2019	720	85	720	85	3	88%	212
15	11/09/2019	720	60	720	60	3	92%	220
16	12/09/2019	720	130	720	130	5	82%	118
17	13/09/2019	720	140	720	140	6	81%	97
18	16/09/2019	720	75	720	75	4	90%	161
19	17/09/2019	720	95	720	95	3	87%	208
20	18/09/2019	720	125	720	125	7	83%	85
21	19/09/2019	720	140	720	140	7	81%	83
22	20/09/2019	720	115	720	115	4	84%	151
23	23/09/2019	720	75	720	75	4	90%	161
24	24/09/2019	720	65	720	65	3	91%	218
25	25/09/2019	720	140	720	140	6	81%	97
26	26/09/2019	720	115	720	115	3	84%	202
27	27/09/2019	720	110	720	110	5	85%	122
28	30/09/2019	720	80	720	80	3	89%	213
29	1/10/2019	720	100	720	100	4	86%	155
30	2/10/2019	720	65	720	65	3	91%	218
PROMEDIO		720	97	720	97	4	87%	160

Fuente: Elaboración propia

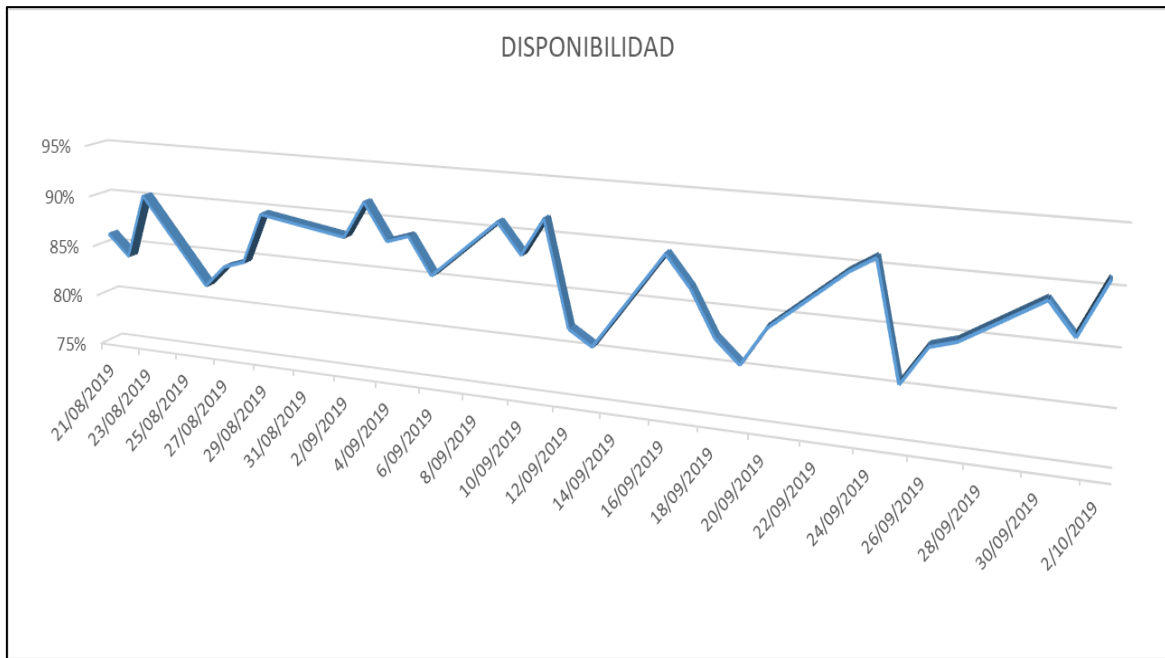


Figura 39:Disponibilidad

Fuente: Elaboración propia

En la figura 39 Disponibilidad, podemos observar que tiene un rango mínimo de 80% hasta un rango máximo de 95%.

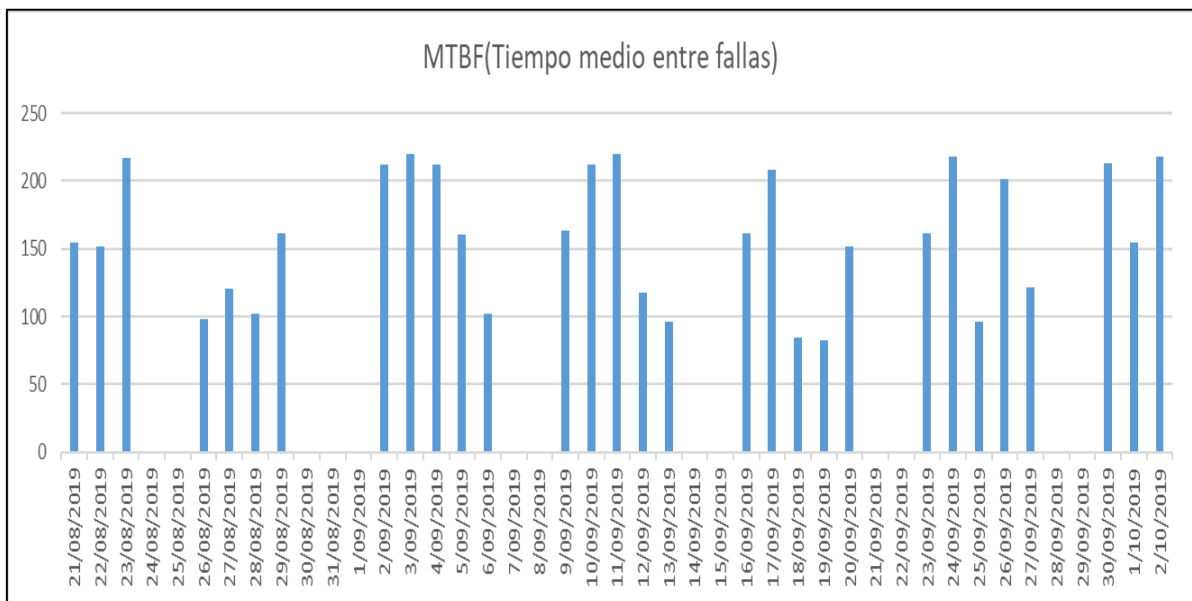


Figura 40:MTBF

Fuente: Elaboración propia

En la figura 40, se puede observar que el tiempo medio entre fallas está entre 150 minutos a 220 minutos, esto quiere decir que una falla sucede cada 150 min a 220 min, ya que la máquina está funcionando de manera óptima, como hay días donde el tiempo medio entre fallas se encuentra entre 80min a 150min.

Variable Dependiente: Productividad después de la mejora

Esta medición es de 30 días laborales partiendo desde el 21 de agosto del 2019 hasta el 02 de octubre del 2019, teniendo una producción programada de 113760 tapas por turno de 12 horas programadas. La empresa en estos 30 días ha tenido una eficiencia de 87% y una eficacia de 81% dando así una productividad de 70.47%. Logrando tener una mayor productividad después de la mejora.

Tabla 44: Medición de la productividad de Metalpren s.a

MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD METALPREN S.A								
ITEMS	DÍAS	INDICADORES				PRODUCTIVIDAD		
		EFICIENCIA		EFICACIA		"EFICIENCIA Ef=(TMT)/TMP Donde: Ef: Eficiencia TMT: Tiempo de Máquina Trabajadas TMP: Tiempo de Máquina Programadas"	"EFICACIA Efa=(PRTH)/PPTH Donde: Efa: Eficacia PRTH: Producción real de tapas de hojalata PPTH: Producción Programada de tapas de hojalata"	
		TMT (min)	TMP (min)	PRTH (unidades)	PPTH (unidades)			
1	21/08/2019	620	720	94250	113760	86%	83%	71.3%
2	22/08/2019	605	720	94000	113760	84%	83%	69.4%
3	23/08/2019	650	720	94500	113760	90%	83%	75.0%
4	26/08/2019	590	720	89000	113760	82%	78%	64.1%
5	27/08/2019	605	720	87500	113760	84%	77%	64.6%
6	28/08/2019	610	720	94000	113760	85%	83%	70.0%
7	29/08/2019	645	720	94500	113760	90%	83%	74.4%
8	2/09/2019	635	720	92000	113760	88%	81%	71.3%
9	3/09/2019	660	720	95000	113760	92%	84%	76.6%
10	4/09/2019	635	720	92000	113760	88%	81%	71.3%
11	5/09/2019	640	720	93000	113760	89%	82%	72.7%
12	6/09/2019	615	720	90000	113760	85%	79%	67.6%
13	9/09/2019	655	720	95000	113760	91%	84%	76.0%
14	10/09/2019	635	720	92000	113760	88%	81%	71.3%
15	11/09/2019	660	720	95000	113760	92%	84%	76.6%
16	12/09/2019	590	720	89000	113760	82%	78%	64.1%
17	13/09/2019	580	720	87500	113760	81%	77%	62.0%
18	16/09/2019	645	720	94500	113760	90%	83%	74.4%
19	17/09/2019	625	720	92000	113760	87%	81%	70.2%
20	18/09/2019	595	720	89000	113760	83%	78%	64.7%
21	19/09/2019	580	720	87500	113760	81%	77%	62.0%
22	20/09/2019	605	720	89000	113760	84%	78%	65.7%
23	23/09/2019	645	720	94500	113760	90%	83%	74.4%
24	24/09/2019	655	720	95000	113760	91%	84%	76.0%
25	25/09/2019	580	720	87500	113760	81%	77%	62.0%
26	26/09/2019	605	720	89000	113760	84%	78%	65.7%
27	27/09/2019	610	720	89000	113760	85%	78%	66.3%
28	30/09/2019	640	720	93000	113760	89%	82%	72.7%
29	1/10/2019	620	720	94250	113760	86%	83%	71.3%
30	2/10/2019	655	720	95000	113760	91%	84%	76.0%
PROMEDIO		623	720	91917	113760	87%	81%	70%

Fuente: Elaboración propia

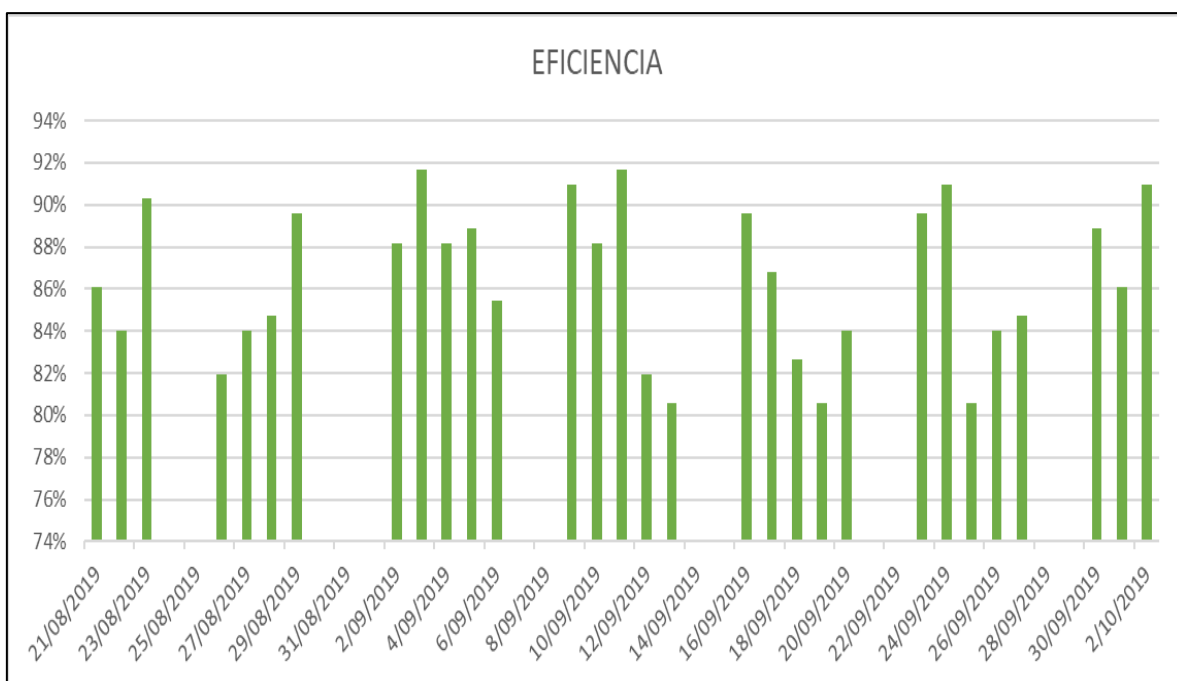


Figura 41:Eficiencia después de la mejora

Fuente: Elaboración propia

En la figura 41, se observa que la eficiencia en los 30 días estudiados después de la implementación se mantiene en un rango de 80% a 98%.

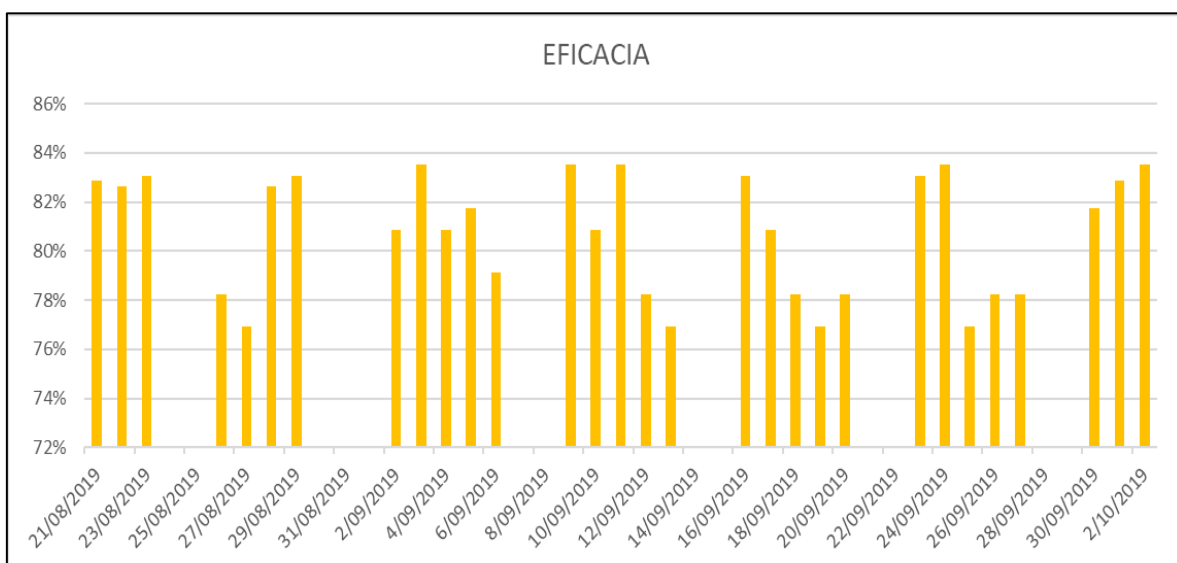


Figura 42:Eficacia después de la mejora

Fuente: Elaboración propia

En la figura 42, se observa que la eficacia en los 30 días estudiados después de la implementación se mantiene en un rango de 76% a 84%.

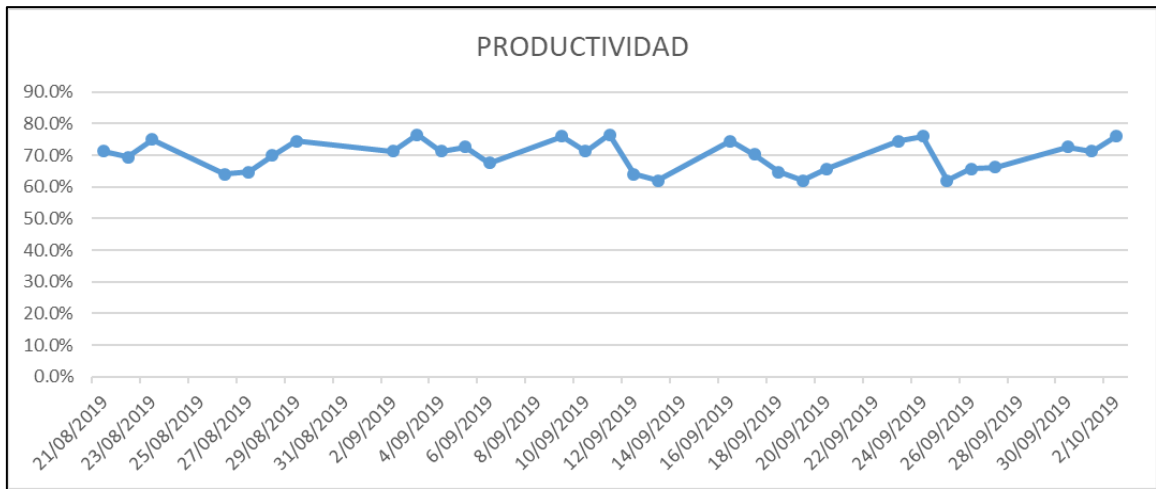


Figura 43:Productividad después de la mejora

Fuente: Elaboración propia

En la figura 43, se observa que productividad en los 30 días estudiados después de la implementación, se mantiene en un rango de 60% a 75%.

- Resumen de los datos de productividad, disponibilidad y MTBF (tiempo medio entre fallas) antes y después de la implementación de la mejora.

Tabla 45: Resumen de datos del post y pretest

	PORCENTAJE DEL POST TEST Y PRE TEST				
	PRODUCTIVIDAD	EFICIENCIA	EFICACIA	DISPONIBILIDAD	MTBF
PRE TEST	50%	74%	66%	74%	84min/falla
POST TEST	70%	87%	81%	87%	160min/falla
AUMENTO	40%	14%	23%	18%	76 min/ falla

Fuente: Elaboración propia

En la tabla Nro.45, se detalla el resumen de los datos del pre test en la productividad con un valor de 50% y en el post test con un valor del 70%, dando así un aumento del 40% de productividad, en la disponibilidad se da un valor de 74% en el pre test y de 87% en el post test, dando un aumento del 18%, por último en el tiempo medio entre fallas se da un valor de que cada 84min sucede una falla en el pre test y en el post test un valor de cada 160min sucede una falla, llegando así a aumentar 76min.

2.8. Análisis costo financiero

En este punto se llevará a cabo la evaluación económica de las propuestas de mejora planteadas en el presente trabajo de investigación. Primero se identificarán y calcularán los costos, la inversión y beneficios que se obtienen por la implementación para posteriormente calcular el ratio beneficio - costo, VAN y TIR.

De esta manera la inversión de los recursos materiales se muestra a continuación:

Tabla 46: Inversión de los recursos materiales para la implementación del mantenimiento preventivo.

RECURSOS	CANTIDAD	UM	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
Repuestos	12	jgo	S/. 338.50	S/. 4,062.00
Insumos	12	jgo	S/. 2,333.60	S/. 28,003.20
Implementación de imanes en mesa engomadora	1	svc	S/. 20,000.00	S/. 20,000.00
Capacitaciones	2	días	S/. 200.00	S/. 400.00
Llaves mixtas	2	jgo	S/. 443.70	S/. 887.40
Llaves allen	2	jgo	S/. 87.70	S/. 175.40
Llave francesa 12pulgadas	2	und	S/. 119.00	S/. 238.00
Llave francesa 24pulgadas	2	und	S/. 374.28	S/. 748.56
Llave stilson	2	und	S/. 49.00	S/. 98.00
Martillos	2	und	S/. 35.00	S/. 70.00
Calibrador	2	und	S/. 35.00	S/. 70.00
Trasformador	2	und	S/. 200.00	S/. 400.00
Taladros	2	und	S/. 150.00	S/. 300.00
Botadon	2	und	S/. 50.00	S/. 100.00
Esmeriles	2	und	S/. 104.00	S/. 208.00
Manómetro	2	und	S/. 160.00	S/. 320.00
Pirómetro	2	und	S/. 184.00	S/. 368.00
Reloj comparador	2	und	S/. 450.00	S/. 900.00
Servicios de imprenta para formatos (dos copias)	600	und	S/. 0.06	S/. 36.00
Plan de mantenimiento de la Prensa	1	programa	S/. 4,369.27	S/. 4,369.27
Plan de mantenimiento de la Engomadora	1	programa	S/. 4,805.40	S/. 4,805.40
Subtotal de Implementación Mantenimiento Preventivo				S/. 66,559.23
MATERIALES DE OFICINA - INVESTIGADOR				
Paquetes de Hojas bond	4	millar	S/. 9.00	S/. 36.00
Impresiones	8	und	S/. 5.00	S/. 40.00
USB	1	und	S/. 25.00	S/. 25.00
Libros	4	und	S/. 30.00	S/. 120.00
Lapiceros	2	und	S/. 1.00	S/. 2.00
Pasajes	120	viajes	S/. 1.00	S/. 120.00
Subtotal de Materiales				S/. 343.00
TOTAL INVERSIÓN				S/. 66,902.23

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 46 se puede apreciar que la inversión total de los recursos materiales utilizados para la implementación del mantenimiento preventivo es de S/.66,902.23. Es necesario mencionar que los materiales servicios de imprenta hacen referencia a aquellos materiales que fueron utilizados en la mejora, como vienen hacer: ordenes de trabajo, reporte de averías,

hojas de inspección, calibración, lubricación, etc. A su vez los materiales de oficina son los materiales usados por el investigador a lo largo de estos meses.

Asimismo, a continuación, se mostrará la inversión con respecto a los recursos humanos, tomando en cuenta que para calcular el costo/por hora, se debe considerar el valor de la remuneración más los beneficios sociales:

Tabla 47:Beneficios sociales del recuso humano.

PERSONAL	REMUNERACIÓN	COSTO PARA LA EMPRESA					COSTO TOTAL ANUAL	COSTO TOTAL MENSUAL	COSTO/DÍA	COSTO/HORA	COSTO/MINUTO
		Sueldos (12 sueldos/año)	CTS (1 sueldo)	Gratificación (2 sueldos)	Essalud (9%)	SCTR					
Jefe de mantenimiento	S/. 3,000.00	S/. 36,000.00	S/. 3,000.00	S/. 6,000.00	S/. 3,510.00	S/. 239.54	S/. 48,749.54	S/. 4,062.46	S/. 184.66	S/. 15.39	S/. 0.26
Operario	S/. 1,200.00	S/. 14,400.00	S/. 1,200.00	S/. 2,400.00	S/. 1,404.00	S/. 239.54	S/. 19,643.54	S/. 1,636.96	S/. 74.41	S/. 6.20	S/. 0.10
Técnico Eléctrico	S/. 2,400.00	S/. 28,800.00	S/. 2,400.00	S/. 4,800.00	S/. 2,808.00	S/. 239.54	S/. 39,047.54	S/. 3,253.96	S/. 147.91	S/. 12.33	S/. 0.21
Técnico Mecánico	S/. 2,100.00	S/. 25,200.00	S/. 2,100.00	S/. 4,200.00	S/. 2,457.00	S/. 239.54	S/. 34,196.54	S/. 2,849.71	S/. 129.53	S/. 10.79	S/. 0.18

Elaboración propia

En la tabla 47 se observa el costo de cada trabajador tomando en cuenta los beneficios sociales, donde se demuestra, lo que la empresa, le cuesta mantener a dicho personal, ya que es un valor superior a la remuneración que recibe mensualmente cada uno de los involucrados, debido a que se toma en cuenta los 12 sueldos anuales, CTS, gratificaciones, Esssalud y SCTR.

Tabla 48: Inversión en recursos humanos (trabajadores) para la implementación del mantenimiento preventivo.

RECURSOS HUMANOS - TRABAJADORES	CANTIDAD	CAPACITACIÓN	IMPLEMENTACIÓN	TOTAL HORAS	COSTO/ HORA	INVERSIÓN
Jefe de mantenimiento	1	8	20	28	S/. 15.39	S/. 430.87
Operario	4	8	118	126	S/. 6.20	S/. 3,125.11
Técnico Eléctrico	2	8	40	48	S/. 12.33	S/. 1,183.26
Técnico Mecánico	2	8	40	48	S/. 10.79	S/. 1,036.26
Subtotal Trabajadores						S/. 5,775.49

Elaboración propia.

En la tabla 48, evidencia que la inversión en recursos humanos, el cual está orientado a los trabajadores involucrados en la implementación del mantenimiento preventivo, asciende a S/. 5,775.49.

Tabla 49: *Inversión en recursos humanos (Investigadora) para la implementación del mantenimiento preventivo.*

RECURSOS HUMANOS - INVESTIGADORA	TOTAL HORAS	UM	COSTO/ HORA	COSTO TOTAL
Coordinación	10	horas	S/. 6.20	S/. 62.01
Capacitación	2	horas	S/. 6.20	S/. 12.40
Implementación	200	horas	S/. 6.20	S/. 1,240.12
Horas Asesorías PI y DPI	20	horas	S/. 6.20	S/. 124.01
Valor agregado de la investigadora	300	horas	S/. 6.20	S/. 1,860.18
Subtotal Investigadora				S/. 3,298.73

Elaboración propia

En la tabla 49 se puede observar que la inversión en recursos humanos de la investigadora para la implementación del mantenimiento preventivo es de S/. 3,298.73.

Tabla 50: *Inversión total de recursos humanos.*

DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL
RECURSOS HUMANOS	
Trabajadores	S/. 5,775.49
Investigador	S/. 3,298.73
TOTAL INVERSIÓN	S/. 9,074.22

Elaboración propia

En la tabla 50 se muestra el total de los recursos humanos invertidos en la implementación del mantenimiento preventivo es de S/. 9,074.22.

Finalmente, para conocer la inversión total de la implementación del mantenimiento preventivo se suma la inversión en materiales y la inversión en recursos humanos, la cual se puede apreciar a continuación.

Tabla 51: *Inversión total.*

DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL
Recursos Materiales	S/. 66,902.23
Recursos Humanos	S/. 9,074.22
TOTAL INVERSIÓN	S/. 75,976.45

Elaboración propia

En la tabla 51 se puede apreciar que la inversión total para la implementación del mantenimiento preventivo es de S/. 75,976.45, valor que será utilizado para incrementar la productividad en la empresa Metalpren S.A.

2.9. Análisis Beneficio - Costo

Para calcular el ratio Beneficio – Costo de la implementación del mantenimiento preventivo, se debe considerar los siguientes datos:

Tabla 52: *Costo variable*

RECURSOS	COSTO TOTAL
Hojalata	S/. 0.10
Barniz	S/. 0.20
Gastos en el proceso	S/. 0.15
Mano de obra	S/. 0.20
	S/. 0.65

Elaboración propia

En la tabla 52 se muestra el cálculo del costo variable, donde se considera el costo de la hojalata (0.10), el barniz (0.20), la mano de obra (0.20) y los gastos en el proceso (0.15), teniendo un valor de 0.65.

Tabla 53: *Calculo del margen de contribución.*

Precio de venta	S/. 0.75
Costo variable	S/. 0.65
Margen de contribución	S/. 0.10

Elaboración propia

En la tabla 53 se muestra el cálculo del Margen de contribución, cuyo valor es la diferencia de los ingresos diarios por tapa 0.75 y el costo variable unitario de la implementación 0.65. Dicho esto, el margen de contribución para la implementación del mantenimiento preventivo es de S/. 0.10.

Posteriormente, procede a estimar el ratio Beneficio/Costo de la implementación, con el propósito de analizar la viabilidad de la presente investigación. Este valor es calculado al dividir el monto del beneficio anual entre la inversión total. Es por ello que, si el resultado es mayor a 1, el proyecto es viable; y si el resultado es menor a 1, el proyecto debe ser rechazado. A continuación, se presenta el cálculo del ratio Beneficio/Costo.

Tabla 54: *Análisis Beneficio/Costo.*

DESCRIPCIÓN	ANTES	DESPUÉS	DIFERENCIA
Tapas/día	74817	91917	17100
Tapas/año	19751688	24266088	4514400
Margen de contribución			S/. 0.10
Beneficio anual			S/. 451,440.00
Impuesto a la renta (30%)			S/. 135,432.00
Utilidad neta			S/. 316,008.00
Inversión			S/. 75,976.45
Beneficio/Costo			4.16

Elaboración propia

En la tabla 53 se observa el resultado del análisis Beneficio/Costo que es 4.16, valor que es mayor que 1, lo cual significa que la investigación es viable. La interpretación de dicho valor es que, por cada sol invertido en el proyecto, la ganancia será de 3.16 soles.

2.10.VAN y TIR

Para calcular el VAN y TIR será necesario elaborar el flujo de caja del proyecto en un periodo de tiempo de 12 meses. Asimismo, se considerará una tasa de 12% anual; es decir, 1% mensual. De la misma manera, para analizar el flujo de caja, se deberá considerar los costos variables mensuales y el costo de sostenimiento del mantenimiento preventivo, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 55: *Costos variables*

RECURSOS	COSTO TOTAL
Hojalata	S/. 0.10
Barniz	S/. 0.20
Gastos en el proceso	S/. 0.15
Mano de obra	S/. 0.20
	S/. 0.65

Elaboración propia

En la tabla 54 presenta los costos variables considerados para producir las tapas y garantizar su buen proceso, cuyo monto asciende a 0.65.

Tabla 56: Costo del sostenimiento del mantenimiento preventivo.

RECURSOS	CANTIDAD	UM	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Mantenimientos	1	und	S/. 2,672.10	S/. 2,672.10
Capacitaciones	9	und	S/. 200.00	S/. 1,800.00
				S/. 4,472.10

Elaboración propia

La Tabla 56 indica el costo de sostenimiento que permitirá mantener vigente la implementación del mantenimiento preventivo a lo largo del tiempo. El valor de dicho costo es S/. 4,472.10.

Tabla 57: DATOS

DESCRIPCIÓN	MODERADO
Inversión	S/. 75,976.45
Tiempo	12 meses
Precio de venta	S/. 0.75
Costo variable unitario	S/. 0.65
Diferencia (tapas/día)	17100
Diferencia (tapas/mes)	376200
Incremento en las ventas (Ganancia mensual)	S/. 282,150.00
Incremento del costo variable (Egreso mensual)	S/. 244,530.00
Incremento del margen de contribución	S/. 37,620.00
Tasa mensual	1%

Elaboración propia

En la tabla 57 se denota los datos, como la inversión utilizada de S/ 75,976.45, el tiempo en 12 meses, el precio de venta S/ 0.75, el costo variable unitario S/ 0.65, la diferencia de tapas al día 17100, la diferencia de tapas al mes 376200, dando así un incremento de ventas mensual de S/. 282,150.00, con un incremento del costo variable mensual de S/. 244.530.00 dando así un incremento del margen de contribución de S/. 37, 620.00, con una tasa mensual del 1%.

Tabla 58: *Incremento en las ventas mensual*

DESCRIPCIÓN	VALOR
Precio de venta	S/. 0.75
Diferencia (tapas/mes)	376200
Incremento en las ventas (Ganancia mensual)	S/.282,150.00

Elaboración propia

En la tabla 58 se detalla el incremento en las ventas, en la empresa metalpren (Ganancia mensual) debido al precio de venta unitario (S/. 0.75) multiplicado con la diferencia de tapas al mes (376200 tapas de hojalata), dando un resultado de S/. 282,150.00 en la ganancia mensual.

Tabla 59: *Incremento del costo variable mensual*

DESCRIPCIÓN	VALOR
Costo variable unitario	S/. 0.65
Diferencia (tapas/mes)	376200
Incremento del costo variable (Egreso mensual)	S/. 244,530.00

Elaboración propia

En la tabla 59 se detalla el incremento del costo variable que quiere decir el (Egreso mensual), debido al costo variable unitario (S/. 0.65) multiplicado con la diferencia de tapas al mes (376200 tapas de hojalata), dando un resultado de S/. 244,530.00 en el egreso mensual.

Tabla 60: *Incremento del margen de contribución*

DESCRIPCIÓN	VALOR
Incremento en las ventas (Ganancia mensual)	S/. 282,150.00
Incremento del costo variable (Egreso mensual)	S/. 244,530.00
Incremento del margen de contribución	S/. 37,620.00

Elaboración propia

En la tabla 60 se detalla el incremento del margen de contribución, debido a la resta del incremento en las ventas (ganancia mensual) S/. 282,150.00 y el incremento del costo variable (egreso mensual) S/. 244,530.00, dando así un resultado de S/. 37,620.00 de margen de contribución.

Habiendo calculado los costos antes mencionados, se consideraron las siguientes fórmulas para hallar el VAN y TIR:

Valor Actual Neto (VAN)

$$VAN = -I_o + \sum_{j=1}^n \frac{FN_j}{(1+i)^j}$$

Tasa Interna de Retorno (TIR)

$$0 = -I_o + \sum_{j=1}^n \frac{FN_j}{(1+TIR)^j}$$

Donde:

FN_j = Flujo Neto en el periodo j

I_o = Inversión en el periodo 0

i = Tasa de descuento

n = Número de periodos considerados

Donde:

FN_j = Flujo Neto en el periodo j

I_o = Valor de inversión inicial

n = Número de periodos

De esta manera, se calculó el VAN y TIR del proyecto, el cual se detalla a continuación:

Tabla 61: VAN y TIR en un escenario moderado

MES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
INCREMENTO EN LAS VENTAS		S/. 282,150.00	S/. 282,150.00	S/. 282,150.00	S/. 282,150.00	S/. 282,150.00	S/. 282,150.00	S/. 282,150.00	S/. 282,150.00	S/. 282,150.00	S/. 282,150.00	S/. 282,150.00	S/. 282,150.00
INCREMENTO DEL COSTO VARIABLE		-S/. 244,530.00	-S/. 244,530.00	-S/. 244,530.00	-S/. 244,530.00	-S/. 244,530.00	-S/. 244,530.00	-S/. 244,530.00	-S/. 244,530.00	-S/. 244,530.00	-S/. 244,530.00	-S/. 244,530.00	-S/. 244,530.00
INCREMENTO MARGEN DE CONTRIBUCIÓN		S/. 37,620.00	S/. 37,620.00	S/. 37,620.00	S/. 37,620.00	S/. 37,620.00	S/. 37,620.00	S/. 37,620.00	S/. 37,620.00	S/. 37,620.00	S/. 37,620.00	S/. 37,620.00	S/. 37,620.00
COSTO DE MANTENIMIENTO DE LA HERRAMIENTA		-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10
FLUJO DE CAJA	-S/. 75,976.45	S/. 33,147.90	S/. 33,147.90	S/. 33,147.90	S/. 33,147.90	S/. 33,147.90	S/. 33,147.90	S/. 33,147.90	S/. 33,147.90	S/. 33,147.90	S/. 33,147.90	S/. 33,147.90	S/. 33,147.90
RECUPERACIÓN DEL CAPITAL		-S/. 42,828.55	-S/. 9,680.65	S/. 23,467.25	S/. 56,615.15	S/. 89,763.05	S/. 122,910.95	S/. 156,058.85	S/. 189,206.75	S/. 222,354.65	S/. 255,502.55	S/. 288,650.45	S/. 321,798.35
VAN	S/. 297,105.73												
TIR	43%												

Elaboración propia

En la Tabla 61 se comprueba que la propuesta de implementación es viable, puesto que el valor del VAN fue positivo, representando S/. 297,105.73, mientras que el 43% del valor del TIR, resulta ser superior a la tasa esperada por la empresa (1%), confirmando la rentabilidad del proyecto. Asimismo, se evidencia que la recuperación del capital invertido se llevará a cabo a partir del tercer primer mes.

2.11. Análisis de sensibilidad

Debido a que, a pesar de haber ejecutado un análisis económico proyectado, aún existe una incertidumbre asociada a diversas alternativas que dificultan la toma de decisiones con certeza. Por ello, se efectuará un análisis de sensibilidad, el cual será evaluado en tres escenarios: Optimista, Moderado y Pesimista, tomando en cuenta que el escenario moderado es el alcanzado luego de la implementación.

En la Tabla mostrada a continuación se detallan los resultados obtenidos en cada una de las estimaciones planteadas.

Tabla 62: Análisis de sensibilidad en los tres escenarios

DESCRIPCIÓN	MODERADO	OPTIMISTA	PESIMISTA
Inversión	S/. 75,976.45	S/. 75,976.45	S/. 75,976.45
Tiempo	12 meses	12 meses	12 meses
Precio de venta	S/. 0.75	S/. 0.75	S/. 0.75
Costo variable unitario	S/. 0.65	S/. 0.65	S/. 0.65
Diferencia (tapas/día)	17100	50000	3000
Diferencia (tapas/mes)	376200	1100000	66000
Incremento en las ventas (Ganancia mensual)	S/. 282,150.00	S/. 825,000.00	S/. 49,500.00
Incremento del costo variable (Egreso mensual)	S/. 244,530.00	S/. 715,000.00	S/. 42,900.00
Incremento del margen de contribución	S/. 37,620.00	S/. 110,000.00	S/. 6,600.00
Tasa mensual	1%	1%	1%

Elaboración propia

La Tabla 62 indica las variaciones de la cantidad de tapas de hojalata en cada uno de los tres escenarios, considerándose 376200 tapas/mes en el escenario moderado, 1100000 tapas/mes en el escenario optimista y 66000 tapas/mes en el escenario pesimista. Asimismo, se tomó en cuenta una tasa mensual de 1% en un periodo de 12 meses.

En la Tabla 63 se va a detallar la variación del VAN y TIR en un Escenario Optimista, considerando que la variación de la cantidad de tapas de hojalata diarios antes y después de la implementación es 50000.

Tabla 63: VAN y TIR en un escenario optimista

MES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
INCREMENTO EN LAS VENTAS		S/. 825,000.00	S/. 825,000.00	S/. 825,000.00	S/. 825,000.00	S/. 825,000.00	S/. 825,000.00	S/. 825,000.00	S/. 825,000.00	S/. 825,000.00	S/. 825,000.00	S/. 825,000.00	S/. 825,000.00
INCREMENTO DEL COSTO VARIABLE		-S/. 715,000.00	-S/. 715,000.00	-S/. 715,000.00	-S/. 715,000.00	-S/. 715,000.00	-S/. 715,000.00	-S/. 715,000.00	-S/. 715,000.00	-S/. 715,000.00	-S/. 715,000.00	-S/. 715,000.00	-S/. 715,000.00
INCREMENTO MARGEN DE CONTRIBUCIÓN		S/. 110,000.00	S/. 110,000.00	S/. 110,000.00	S/. 110,000.00	S/. 110,000.00	S/. 110,000.00	S/. 110,000.00	S/. 110,000.00	S/. 110,000.00	S/. 110,000.00	S/. 110,000.00	S/. 110,000.00
COSTO DE MANTENIMIENTO DE LA HERRAMIENTA		-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10
FLUJO DE CAJA	-S/. 75,976.45	S/. 105,527.90	S/. 105,527.90	S/. 105,527.90	S/. 105,527.90	S/. 105,527.90	S/. 105,527.90	S/. 105,527.90	S/. 105,527.90	S/. 105,527.90	S/. 105,527.90	S/. 105,527.90	S/. 105,527.90
RECUPERACIÓN DEL CAPITAL		S/. 29,551.45	S/. 135,079.35	S/. 240,607.25	S/. 346,135.15	S/. 451,663.05	S/. 557,190.95	S/. 662,718.85	S/. 768,246.75	S/. 873,774.65	S/. 979,302.55	#####	#####
VAN	S/. 1,111,748.24												
TIR	139%												

Elaboración propia

En la Tabla 63 se observa que el VAN y TIR en un escenario optimista aún es viable y rentable, debido a que el valor del VAN es positivo, siendo S/. 1,111,748.24; mientras que el valor del TIR es 139%, resultando ser superior a la tasa esperada por la empresa (1%). Asimismo, se evidencia que la recuperación del capital invertido se llevará a partir del primer mes.

Por último, en la Tabla 64 se va a detallar la variación del VAN y TIR en un Escenario Pesimista, considerando que la variación de la cantidad de tapas de hojalata diarios antes y después de la implementación es 3000.

Tabla 64: VAN y TIR en un Escenario Pesimista

MES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
INCREMENTO EN LAS VENTAS		S/. 49,500.00	S/. 49,500.00	S/. 49,500.00	S/. 49,500.00	S/. 49,500.00	S/. 49,500.00	S/. 49,500.00	S/. 49,500.00	S/. 49,500.00	S/. 49,500.00	S/. 49,500.00	S/. 49,500.00
INCREMENTO DEL COSTO VARIABLE		-S/. 42,900.00	-S/. 42,900.00	-S/. 42,900.00	-S/. 42,900.00	-S/. 42,900.00	-S/. 42,900.00	-S/. 42,900.00	-S/. 42,900.00	-S/. 42,900.00	-S/. 42,900.00	-S/. 42,900.00	-S/. 42,900.00
INCREMENTO MARGEN DE CONTRIBUCIÓN		S/. 6,600.00	S/. 6,600.00	S/. 6,600.00	S/. 6,600.00	S/. 6,600.00	S/. 6,600.00	S/. 6,600.00	S/. 6,600.00	S/. 6,600.00	S/. 6,600.00	S/. 6,600.00	S/. 6,600.00
COSTO DE MANTENIMIENTO DE LA HERRAMIENTA		-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10	-S/. 4,472.10
FLUJO DE CAJA	-S/. 75,976.45	S/. 2,127.90	S/. 2,127.90	S/. 2,127.90	S/. 2,127.90	S/. 2,127.90	S/. 2,127.90	S/. 2,127.90	S/. 2,127.90	S/. 2,127.90	S/. 2,127.90	S/. 2,127.90	S/. 2,127.90
RECUPERACIÓN DEL CAPITAL		-S/. 73,848.55	-S/. 71,720.65	-S/. 69,592.75	-S/. 67,464.85	-S/. 65,336.95	-S/. 63,209.05	-S/. 61,081.15	-S/. 58,953.25	-S/. 56,825.35	-S/. 54,697.45	-S/. 52,569.55	-S/. 50,441.65
VAN	-S/. 52,026.77												
TIR	-14%												

Elaboración propia

En la Tabla 59 se comprueba que el VAN y TIR en un escenario pesimista, no es viable y rentable, debido a que el valor del VAN es negativo, siendo - S/. 64,293.85; mientras que el valor del TIR es - 15%, resultando ser inferior a la tasa esperada por la empresa (1%).

III. RESULTADOS

3.1. Análisis Descriptivo

Productividad

Tabla 65: Estadísticos Descriptivos Productividad

Descriptivos				
			Estadístico	Desv. Error
Productividad antes	Media		.4977	.02770
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.4410	
		Límite superior	.5543	
	Media recortada al 5%		.5035	
	Mediana		.5200	
	Varianza		.023	
	Desv. Desviación		.15170	
	Mínimo		.11	
	Máximo		.74	
	Rango		.63	
	Rango intercuartil		.15	
	Asimetría		-.625	.427
	Curtosis		.446	.833
Productividad después	Media		.6993	.00888
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.6812	
		Límite superior	.7175	
	Media recortada al 5%		.7002	
	Mediana		.7100	
	Varianza		.002	
	Desv. Desviación		.04863	
	Mínimo		.61	
	Máximo		.77	
	Rango		.16	
	Rango intercuartil		.08	
	Asimetría		-.253	.427
	Curtosis		-1,108	.833

Fuente: Elaboración Propia SPSS 25

En la tabla 65, se muestra mediante el uso del SPSS 25, la media de la productividad después es mayor con 0.6993 a la media de la productividad antes con 0.4977, dando por entender que la productividad ha mejorado.

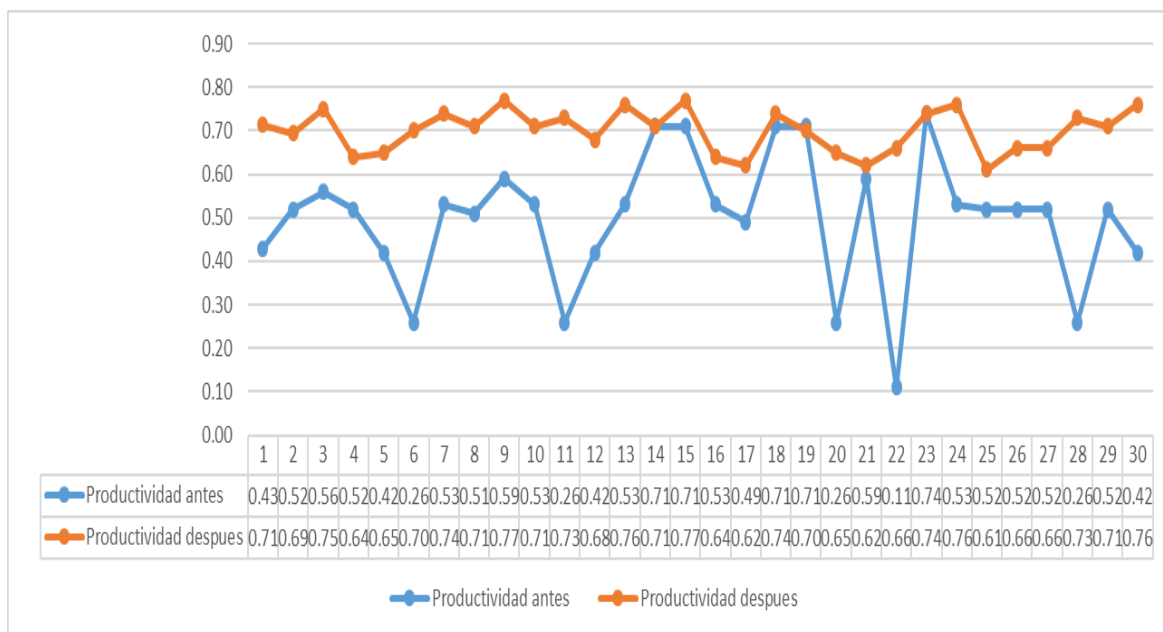


Figura 44: *Productividad pre y post test*

Fuente: Elaboración propia

En la figura 44 se muestra el máximo 0.70 y mínimo 0.10 de la productividad de antes, y en la productividad después, como máximo 0.80 y como mínimo 0.60.

Eficiencia

Tabla 66: *Estadístico descriptivo Eficiencia*

Descriptivos					
			Estadístico	Desv. Error	
Eficiencia Antes	Media		.7420	.01820	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.7048		
		Límite superior	.7792		
	Media recortada al 5%		.7498		
	Mediana		.7400		
	Varianza		.010		
	Desv. Desviación		.09967		
	Mínimo		.35		
	Máximo		.90		
	Rango		.55		
	Rango intercuartil		.14		
	Asimetría		-1,908	,427	
	Curtosis		7,533	,833	
Eficiencia Después	Media		.8663	.00648	

	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.8531	
		Límite superior	.8796	
	Media recortada al 5%		.8665	
	Mediana		.8650	
	Varianza		.001	
	Desv. Desviación		.03548	
	Mínimo		.81	
	Máximo		.92	
	Rango		.11	
	Rango intercuartil		.06	
	Asimetría		-,103	,427
	Curtosis		-1,284	,833

Fuente: Elaboración Propia SPSS 25

En la tabla 66, se muestra mediante el uso del SPSS 25, la media de la eficiencia después es mayor con 0.86630 a la eficiencia antes con 0.7420, dando por entender que la eficiencia ha mejorado.

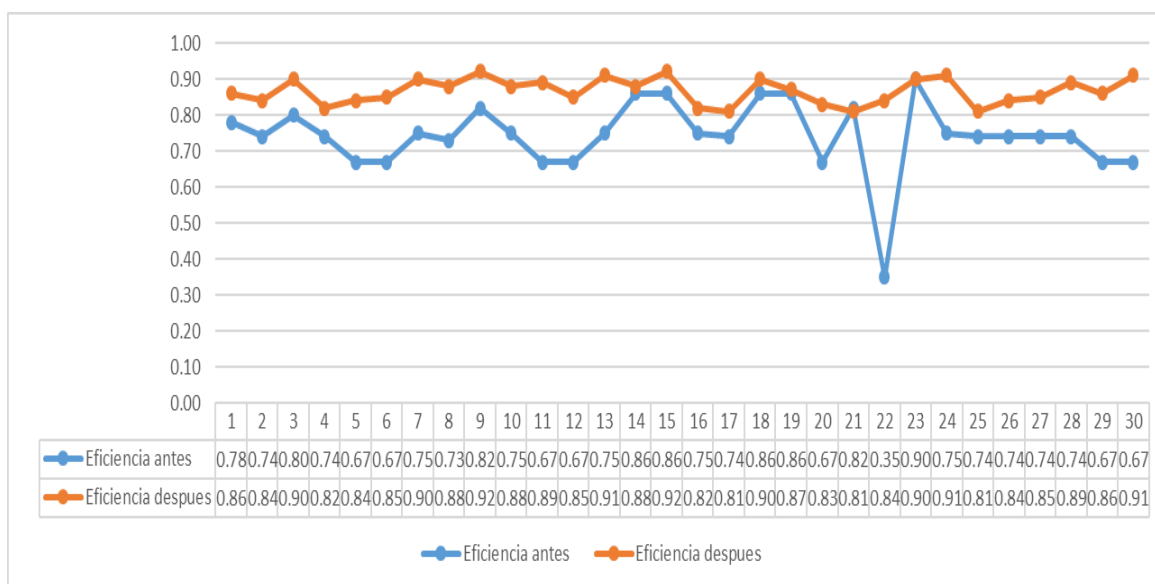


Figura 45: Eficiencia pre y post test

Fuente: Elaboración propia

En la figura 45, se muestra el máximo 0.88 y mínimo 0.30 de la eficiencia de antes, y en la eficiencia después, como máximo 0.95 y como mínimo 0.80.

Eficacia

Tabla 67: Estadísticos Descriptivos Eficacia

Descriptivos					
			Estadístico	Desv. Error	
Eficacia Antes	Media		.6560	.02516	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.6046		
		Límite superior	.7074		
	Media recortada al 5%		.6637		
	Mediana		.7000		
	Varianza		.019		
	Desv. Desviación		.13778		
	Mínimo		.33		
	Máximo		.82		
	Rango		.49		
	Rango intercuartil		.08		
	Asimetría		-1,119	.427	
	Curtosis		.465	.833	
Eficacia Después	Media		.8090	.00480	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	.7992		
		Límite superior	.8188		
	Media recortada al 5%		.8094		
	Mediana		.8150		
	Varianza		.001		
	Desv. Desviación		.02631		
	Mínimo		.77		
	Máximo		.84		
	Rango		.07		
	Rango intercuartil		.05		
	Asimetría		-.334	.427	
	Curtosis		-1,581	.833	

Fuente: Elaboración Propia SPSS 25

En la tabla 67, se muestra mediante el uso del SPSS 25, la media de la eficacia después es mayor con 0.8150 a la media de la eficiencia antes con 0.6560, dando por entender que la eficacia ha mejorado.

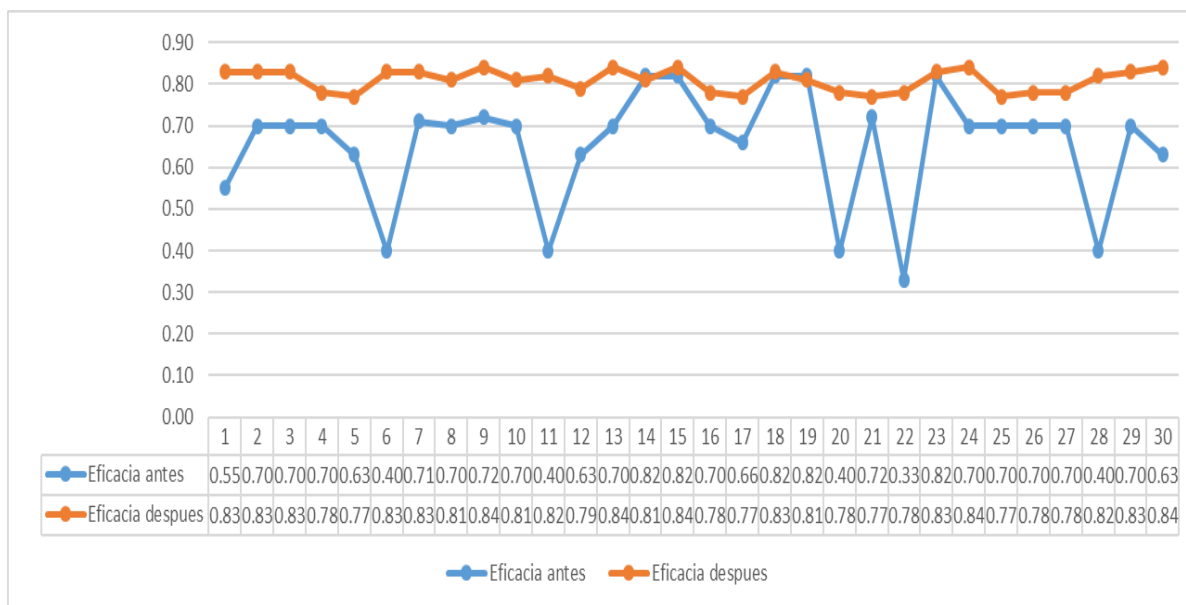


Figura 46: Eficacia pre y post test

Fuente: Elaboración propia

En la figura 46, se muestra el máximo 0.82 y mínimo 0.30 de la eficacia de antes, y en la eficacia después, como máximo 0.85 y como mínimo 0.78.

3.2. ANÁLISIS INFERENCIAL

3.2.1. Análisis de la Hipótesis General

H_a : El Mantenimiento preventivo mejora la productividad en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.

A fin de poder contrastar la hipótesis general, es necesario determinar si los datos que corresponden a la serie de la productividad antes y después tienen un comportamiento paramétrico, para tal fin y en vista que las series de ambos datos son en cantidad 30.

Se procederá al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Shapiro-wilk: Es la prueba realizada para muestras menores a 30 datos.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 68: Prueba de normalidad de la Hipótesis General

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad antes	,908	30	,013
Productividad después	,942	30	,104

Fuente: Elaboración Propia SPSS 25.

De la tabla 68, se puede verificar que la significancia de las productividades antes tiene valor menor a 0.05 y la productividad después, tienen valores mayores a la significancia 0.05, demostrando así mediante la regla de decisión que se tienen comportamientos no paramétricos. Seguidamente se procede a realizar el análisis para saber si la productividad ha mejorado, mediante la prueba de W de Wilconxon.

Contrastación de la Hipótesis General

H_0 : El Mantenimiento preventivo no mejora la productividad en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.

H_a : El Mantenimiento preventivo mejora la productividad en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu P_a \geq \mu P_d$$

$$H_a: \mu P_a < \mu P_d$$

Tabla 69: Estadísticos Descriptivos

Estadísticos			
		Productividad antes	Productividad después
N	Válido	30	30
	Perdidos	0	0
Media		.4977	.6993
Desv. Desviación		.15170	.04863
Varianza		.023	.002

Fuente: Elaboración Propia SPSS 25

De la tabla 69, se demuestra que la media de la productividad antes (0.4977) es menor que la media de la productividad después (0.6993), por consiguiente, no se cumple la hipótesis nula, en tal razón se rechaza aquello de que el mantenimiento preventivo no mejora la productividad, aceptando así la hipótesis de la investigación y demostrando que el mantenimiento preventivo mejora la productividad en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p\text{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 70: Estadísticos de prueba

Estadísticos de prueba ^a	
	Productividad después - Pro- ductividad antes
Z	-4,601 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

Fuente: Elaboración Propia SPSS 25

De la tabla 70, se puede apreciar que la significancia (p valor) de W de Wilcoxon es de 0.000, siendo así de ese modo, lo cual se pudo verificar que es menor a 0.05 se reafirma el rechazo de la hipótesis nula, de este modo logrando concluir que el mantenimiento preventivo mejora la productividad en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.

3.2.2. Análisis de la Primera Hipótesis Específica

H_a: El Mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.

A fin de poder contrastar la primera hipótesis específica, es necesario determinar primero si los datos que corresponden a la serie de la eficiencia antes y después tienen un comportamiento paramétrico, se procede al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Tabla 71: *Prueba de normalidad Hipótesis Específica 1*

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.
Eficiencia Antes	,803	30	,000
Eficiencia Después	,934	30	,061

Fuente: Elaboración Propia SPSS 25

De la tabla 71, se puede verificar que la significancia de la eficiencia antes tiene un valor menor a 0.05 y la eficiencia después tiene valor mayor a 0.05, demostrando así mediante la regla de decisión que se tienen comportamientos no paramétricos. Seguidamente se procede a realizar el análisis para saber si la eficiencia ha mejorado, mediante el estadígrafo de W de Wilcoxon.

Contrastación de la Primera Hipótesis Específica

H_0 : El Mantenimiento preventivo no mejora la eficiencia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.

H_a : El Mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu P_a \geq \mu P_d$$

$$H_a: \mu P_a < \mu P_d$$

Tabla 72: Estadísticos descriptivos 2

Estadísticos			
		Eficiencia Antes	Eficiencia Después
N	Válido	30	30
	Perdidos	0	0
Media		.7420	.8663
Desv. Desviación		.09967	.03548
Varianza		.010	.001

Fuente: Elaboración Propia SPSS 25

De la tabla 72, se demuestra que la media de la eficiencia antes (0.7420) es menor que la media de la eficiencia después (0.8663), por consiguiente, no se cumple la hipótesis nula, en tal razón se rechaza aquello de que el mantenimiento preventivo no mejora la eficiencia, aceptando así la hipótesis de la investigación y demostrando que el mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p\text{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 73: Estadísticos de Prueba 2

Estadísticos de prueba ^a	
	Eficiencia Después - Eficiencia Antes
Z	-4,674 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	.000

Fuente: Elaboración Propia SPSS 25

De la tabla 73, se verifica que la significancia de la prueba de Wilcoxon, aplicándola a la eficiencia antes y después es de 0.00, quiere decir mediante la regla de decisión, que se rechaza la hipótesis nula y se acepta el mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.

3.2.3. Análisis de la Segunda Hipótesis Específica

H_a : El Mantenimiento preventivo mejora la eficacia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.

A fin de poder contrastar la segunda hipótesis específica, es necesario determinar primero si los datos que corresponden a la serie de la eficacia antes y después tienen un comportamiento paramétrico, se procede al análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk.

Tabla 74: Prueba de Normalidad Hipótesis Específica 2

Pruebas de normalidad			
	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia Antes	,808	30	,000
Eficacia Despues	,845	30	,000

Fuente: Elaboración Propia SPSS 25

De la tabla 74, se puede verificar que la significancia de la eficacia, antes y después, tienen valores menores a 0.05, demostrando así mediante la regla de decisión que se tienen comportamientos no paramétricos. Seguidamente se procede a realizar el análisis para saber si la productividad ha mejorado, mediante el estadígrafo de W de Wilconxon.

Contrastación de la Segunda Hipótesis Específica

H_0 : El Mantenimiento preventivo no mejora la eficacia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019

H_a : El Mantenimiento preventivo mejora la eficacia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019

Regla de decisión:

$$H_0: \mu P_a \geq \mu P_d$$

$$H_a: \mu P_a < \mu P_d$$

Tabla 75: Estadísticos Descriptivos 3

Estadísticos			
		Eficacia Antes	Eficacia Después
N	Válido	30	30
	Perdidos	0	0
Media		.6560	.8090
Desv. Desviación		.13778	.02631
Varianza		.019	.001

Fuente: Elaboración Propia SPSS 25

De la tabla 75, se demuestra que la media de la eficacia antes (0.6560) es menor que la media de la eficacia después (0.8090), por consiguiente, no se cumple la hipótesis nula, en tal razón se rechaza aquello de que el mantenimiento preventivo no mejora la eficacia, aceptando así la hipótesis de la investigación y demostrando que el mantenimiento preventivo mejora la eficacia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.

Regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p\text{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 76: Estadísticos de Prueba 3

Estadísticos de prueba ^a	
	Eficacia Después - Eficacia Antes
Z	-4,684 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

Fuente: Elaboración Propia SPSS 25

De la tabla 76, se puede apreciar que la significancia (p valor) de W de Wilcoxon es de 0.000, siendo así de ese modo, lo cual se puede verificar que es < 0.05 se reafirma el rechazo de la hipótesis nula, de este modo logrando concluir que el mantenimiento preventivo mejora la eficacia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.

IV. DISCUSIÓN

Con la presente investigación se ha comprobado que, con el mantenimiento preventivo mejora la productividad en la línea de envases de hojalata, en la empresa Metalpren s.a en un 40%, hallándose a través de W de Wilconxon, donde se puede ver que la media antes (0.4977) es menor que la media después (0.6993). Este resultado se confirma en el estudio de Gómez (2017), quien en su trabajo titulado “Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el área de maestranza en la empresa B&B LINSA S.A.C. Pudo identificar que la productividad era su principal problema, esto lo evidencio en su baja producción todo esto a una deficiencia en la ejecución del mantenimiento preventivo en la línea de producción, se logró mejorar la productividad en un 42%. Lo anterior mencionado es sustentado por PISTARELLI, el cual indica que, con el mantenimiento preventivo, se logra aumentar la calidad de los productos, mejorando el rendimiento de la máquina, como también reduciendo los costos en mantenimiento y aumentando los costos de producción (2010, p73).

Por otro lado, en la presente investigación se comprobó que El Mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN S.A, Callao, 2019. En un 14% Se puede apreciar que la significancia (p valor) de W de Wilconxon, es de 0.000, siendo así de ese modo, lo cual se pude verificar que es < 0.05 se reafirma el rechazo de la hipótesis nula, de este modo logrando concluir que el mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019. Este resultado se confirma con el estudio de Gonzales (2016). “Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa LATERCER S.A.C” quien indica que en su investigación que a través del desarrollo de un programa de mantenimiento preventivo se logra como objetivo reducir las paradas innecesarias y aumentar la eficiencia en un 80% de los equipos en toda la producción. Lo anterior mencionado es sustentado por MEDINA, el cual menciona que con el mantenimiento preventivo mejora la disponibilidad de los equipos, reduciendo el número de paradas y la disminución de los costos del mantenimiento, logrando así tener un incremento en la eficiencia de la empresa. (2016, p16)

Finalmente, con la investigación se corroborado que El Mantenimiento preventivo mejora la eficacia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN S.A, en un 14% hallándose que la significancia (p valor) de W de wilcoxon es de 0.000, verificando que es < 0.05 , por ende se reafirma el rechazo de la hipótesis nula, y se acepta el mantenimiento preventivo mejora la eficacia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN S.A, este resultado se confirma con el estudio de Rivera (2017) quien en su trabajo título “Aplicación del método SMED para incrementar la productividad en la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú” quien indica que con su investigación reduce los tiempos, logrando tener una eficacia de 34.4% a 68.3%. Lo anteriormente mencionado es sustentado por PISTARELLI, quien nos menciona que con el mantenimiento preventivo disminuye las paradas innecesarias, aprovechando todo momento oportuno para poder realizar mejor la producción así logrando obtener beneficios notorios (2010, p61).

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se llegó mediante la presente investigación fueron las siguientes:

Primera

Con respecto al objetivo general, se logra determinar que el mantenimiento preventivo mejora la productividad en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019. Obteniendo el nivel de significancia (p valor) de W de Wilconxon 0.000, En términos generales, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de la investigación, teniendo un nivel de confiabilidad del 95%, además de un incremento de medias de (0.4977) a (0.6993)

Segunda

Con respecto al primer objetivo específico, se logró determinar que el mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019, obteniendo el nivel de significancia de la prueba de W de Wilconxon 0.000. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de la investigación, teniendo un nivel de confiabilidad del 95%, además de un incremento de medias de (0.7420) a (0.8630).

Tercera

Con respecto al segundo objetivo específico, se logró determinar que el mantenimiento preventivo mejorará la eficacia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019, obteniendo el nivel de significancia de la prueba (p valor) de W de Wilconxon 0.000. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de la investigación, teniendo un nivel de confiabilidad del 95%, además de un incremento de medias de (0.6560) a (0.8150)

VI. RECOMENDACIONES

Para finalizar el presente trabajo de investigación me permite recomendar lo siguiente

Se recomienda a la empresa Metalpren. S.A, continuar con el plan de mantenimiento preventivo en sus demás líneas, ya que contribuye al incremento de la producción de tapas de hojalata, con el objetivo de seguir mejorando la productividad en la empresa, por ello es conveniente continuar con el cronograma de actividades del mantenimiento preventivo, a lo largo de los meses que siguen.

Se recomienda seguir aplicando el mantenimiento preventivo para seguir disminuyendo los tiempos muertos por las averías de las máquinas, con el fin de seguir incrementando la productividad, ya que esto se ve reflejado en los costos innecesarios.

Se debe revisar constantemente el plan de mantenimiento preventivo de cada máquina, para así con el tiempo mejorarlo o actualizarlo, para llegar a tener resultados más eficaces, esto quiere decir que se debe verificar, la frecuencia con la que se realiza cada actividad, juntamente con el tiempo que se demora.

REFERENCIAS

- ARIAS, Fidias. El proyecto de investigación. 6ª ed. Caracas, Venezuela: Editorial Episteme, 2012. 144 pp. ISBN: 9789800785294
- BARCO, Diana. Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la empresa tejidos global s.a.c. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017.
- CARCEL, Javier. Planteamiento de un modelo de mantenimiento industrial basado en técnicas de gestión del conocimiento. Ed. 1. España. Editorial: OmniaScience, 2014. ISBN: 8494187287, 9788494187285
- COLQUE, Andres. Aplicacion de mantenimiento preventivo para la mejora de la productividad en una linea de produccion de una empresa de explosivos. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017.
- COBOS, Manuel. Gestión de calidad y prevención de riesgos laborales y medioambientales UF0721. México: IC Editorial, 2014. 202 pp. ISBN: 9788415942191
- CRUELLES, José. Productividad e incentivos: Cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan. 1.ª ed. Marcombo, s.a. 2012. 220pp. ISBN: 978 607 707 578 3
- DUFFUAA, S, RAOUF, A. y CAMPBELL, J. Sistemas de Mantenimiento Planeación y Control. Mexico: LIMUSA, 2012. 419 pp. ISBN: 97-8607-170-733-8
- DUI H, SI S, YAM R. A cost- based integrated importance measure of system components for preventive maintenance. Reliability Engineering & System Safety [en línea]. December 2017, vol. 168. [Fecha de consulta 15 de abril de 2019]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0951832016306706> ISSN 0951-8320

FERNANDEZ Ríos, SANCHEZ, José. Eficacia organizacional: concepto, desarrollo y evolución. Madrid ,1997.88pp. ISBN: 84 7978 312 5

FLORES, Angel. Optimización del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad de los equipos biomédicos del Hospital Nacional Edgardo Rebagliati. Tesis (Ingeniero Industrial) Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

GÁLVEZ, Carlos. Diseño de un sistema de abastecimiento de envases de hojalata a la línea de producción de pimienta en conservas en la empresa Green Perú s.a. Tesis (Ingeniero Mecánico Eléctrico). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2015. Disponible en http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/23867/galvez_rc.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GOMÉS, Jonathan. Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el área de maestría en la empresa B&B LIMSA S.A.C. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

GONZALES, Jorge. Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa Latercer s.a.c. Tesis (Ingeniero Industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2016. Disponible en http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/830/1/TL_GonzalesGuzmanJorgeLuis.pdf

GUEVARA, Ronald y OSORIO, Peter. Desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para una empresa prestadora de servicio de transporte interdepartamentales. Tesis (Título en Ingeniería Mecánica). Barranquilla: Universidad Autónoma del Caribe, 2014. 116p.

GUTIÉRREZ, Humberto. Calidad y productividad. 4ª. ed. México D.F.: McGrawHill/interamericana editores, S.A. de C.V., 2010.21pp ISBN: 978 907 15 1148 5

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6° ed. México: McGraw. HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A., 2014. 600 pp.

HUIDOBRO, Geraldine. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad de la empresa transportes Perú S.A. Tesis (Ingeniero Industrial) Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017

KANG K, SUBRAMANIAM V. Integrated control policy of production and preventive maintenance for a deteriorating manufacturing system. Computers & Industrial Engineering [en línea]. Abril 2018, vol. 118. [Fecha de consulta 15 de abril de 2019]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360835218300639>
ISSN 0360-8352

KOONTZ, Harold y WEIHRICH, Heinz. Administración: Una Perspectiva Global. 11.ª ed. México D.F.: McGraw-Hill, 1998. 12 pp. ISBN: 9701020367

LEE H, CHA J. New stochastic models for preventive maintenance and maintenance optimization. European Journal of Operational Research [en línea]. November 2016, vol. 255. [Fecha de consulta 15 de abril de 2019]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221716302399>

LEÓN, Laura. Implementación de un programa de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la empresa aislamientos S.A.C. Tesis (Ingeniero Industrial) Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017

LINARES, Virginia. Diagnóstico de averías y mantenimiento correctivo en sistemas de automatización industrial. Málaga: IC Editorial, 2015. Disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=DP1qDwAAQBAJ&pg=PT5&lpg=PT5&dv=onepage&q&f=false> ISBN: 9788491983378

- LÓPEZ, Edwin. Aplicación del mantenimiento preventivo en la línea de envasado para la mejora de la productividad en la empresa, costagas. Tesis (Ingeniero Industrial) Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017 ISSN 0377-2217
- MEDINA, Jorge. Modelo integral de productividad. 1ª Ed. Bogotá D.C.: Editorial fondo de publicaciones Universidad Sergio Arboleda, 2007. 19p ISBN: 978 958 8350 00 4
- MEDIANERO, David. Productividad total y métodos de medición. Ed 1, Lima, Perú. Editorial: Macro, 2016.
ISBN: 978-612-304-415-2
- OLIVERA, Harbey. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para el mejor funcionamiento de las líneas de extrusión de la empresa T&T Ingeniería y construcción s.a. Tesis (Ingeniero Mecánico Electricista). Lima: Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, 2017. Disponible en http://repositorio.un-tels.edu.pe/bitstream/UNTELS/345/1/Olivera_Harbey_Trabajo_Suficiencia_2017.pdf
- PÉREZ, Raúl. Los pilares del TPM. Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas, 2011. Disponible en <http://www.actiongroup.com.ar/los-pilares-del-mantenimientoproductivo-total-hoy/>
- PEÑARAN, Juan Carlos Aplicación de un programa de mantenimiento para aumentar la productividad en la empresa conservas rícofres s.r.l. Tesis (Ingeniero Industrial) Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017
- PISTARRELLI, Alejandro. Manual de mantenimiento: Ingeniería, gestión y organización. Buenos Aires: Sophie le Conte, 2010.
ISBN: 9789870584209
- RIVERA, Daniel. Aplicación del método smed para incrementar la productividad en la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú s.a. Tesis (Ingeniero Industrial).

Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12166/Rivera_RD.pdf?sequence=1

SANCHEZ, Cesar. Programa de mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en la planta 1 de la empresa agroexportadora Gandules inc. Sac. Tesis (Magister Administración de Negocios). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, 2016. Disponible en http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3565/sanchez_cc.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

SIMÓN, Eduardo. “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la empresa metalmecánica emeca sa. Tesis (Ingeniero Industrial) Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017

SUNCIÓN, Priscila. Aplicación del mantenimiento productivo total para incrementar la productividad en la línea de producción en la empresa Mgo s.a.c. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017. Disponible en http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/26218/Sunci%C3%B3n_EPJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta 2 ed. Lima: Editorial San Marcos, 2013. ISBN: 978612302878

VALDERRAMA, Santiago. Pasos Para Elaborar Proyectos De Investigación Científica. Perú: Editorial San Marcos E.I. R. L., 2015. 496 p. ISBN: 9786123028787.

VALDERRAMA, Santiago. Técnicas e instrumentos para la obtención de datos en la investigación científica, 1.ª ed. Biblioteca nacional del Perú. 2009. ISBN: 978 9972 38 696 1

Mantenimiento: Técnicas y aplicaciones industriales. Medrano, José [*et al*] Grupo Editorial Patria, 2017. ISBN 6077447099, 9786077447092

MEDINA, Walter. Aspectos básicos de ingeniería de mantenimiento. Texto universitario: Lima, Arequipa: Universidad autónoma San francisco 2016.

YANG L, YE Z, LEE C, YANG S, PENG R. Atwo-phase preventive maintenance policy considering imperfect repair and postponed replacement. European Journal of Operational Research [en línea]. May 2019, vol. 274. [Fecha de consulta 5 de mayo de 2019]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221718309172>
ISSN 0377-2217

YANG L, ZHAO Y, PENG R, MA X. Hybrid preventive maintenance of competing failures under random environment. Reliability Engineering & System Safety [en línea]. June 2018, vol. 174. [Fecha de consulta 15 de abril de 2019]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0951832017310475>
ISSN 0951-8320

ANEXOS

ANEXO I: Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis
Generales		
¿De qué manera el mantenimiento preventivo mejora la productividad en la línea de envases de hojalata de la empresa METALPREN SA, Callao, 2019?	Determinar cómo el Mantenimiento preventivo mejora la productividad en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.	El Mantenimiento preventivo mejora la productividad en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.
Específicos		
¿De qué manera el mantenimiento preventivo mejora la eficacia en la línea de envases de hojalata de la empresa METALPREN SA, Callao, 2019?	Determinar cómo el Mantenimiento preventivo mejora la eficacia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.	El Mantenimiento preventivo mejora la eficacia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.
¿De qué manera el mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en la línea de envases de hojalata de la empresa METALPREN SA, Callao, 2019?	Determinar como el Mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.	El Mantenimiento preventivo mejora la eficiencia en la línea de envases de hojalata en la empresa METALPREN s.a, Callao, 2019.

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2: Productos que se realizan.

TIPO DE TAPAS EN LA PRODUCCIÓN DE HOJALATA		
DIÁMETRO	TIPO DE BARNIZ	PARA USO DE
TP Ø 153 mm	Barniz blanco	vegetales en general (jalapeños, beterragas, aji, esparrago, pimiento, tomate, alberja zanahoria, etc)
	Barniz dorado	Frutas en general (mandarina, durazno, naranja, piña, cereza, uva, etc)
	Barniz Aluminio	Todo lo que es pescado (atún, caballa, etc)
TP Ø 83 mm	Barniz blanco	vegetales
	Barniz Aluminio	Pescado
TP Ø 73 mm	Barniz blanco	vegetales
	Barniz Aluminio	Pescado
	Barniz dorado	Frutas
	Barniz Virgen	Café
TP Ø 56m y Ø62 m	Barniz blanco	vegetales
	Barniz dorado	Frutas
TP Ø 96mm y Ø99mm	Barniz blanco	vegetales
	Barniz dorado	Frutas
	Barniz Aluminio	Pescado
TP Ø 73 mm	Barniz blanco	vegetales
	Barniz dorado	Frutas
	Barniz Aluminio	Pescado
TP Oval	Barniz Aluminio	Solo Pescado

ANEXO 3: Hoja de códigos de paradas

metal pren		SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN	
TABLA DE PARADAS - PRENSA TAPAS		Código:	TES-PR-003
		Versión:	03
		Fecha:	08/05/2017
		Página:	1/1
TIPO	DESCRIPCIÓN	TIPO	CÓDIGO
PROGRAMADAS	P CAMBIO DE FORMATO.	1	P1
	P MMT. PROGRAMADO.	2	P2
	P REUNIONES / CAPACITACIONES.	3	P3
	P PRUEBAS Y VALIDACIONES.	4	P4
	P APOYO A OTRAS LÍNEAS.	5	P5
ROUTINARIAS	R PREPARACIÓN/LIMPIEZA DE LÍNEA.	1	R1
	R SELECCIÓN EN MESA DE EMBALAJE. (LÍNEAS SIN PRESSCO)	2	R2
	R SELECCIÓN DE PRESSCO.	3	R3
	R CAMBIO O LLENADO DE GOMA.	4	R4
	R OTRAS.	5	R5
EXÓGENAS	E FALTA DE GAS.	1	E1
	E CORTE FLUIDO ELÉCTRICO.	2	E2
	E LLUVIAS O CONTAMINACIÓN EXTERNA.	3	E3
FALLA EQUIPO / AJUSTE DE PRODUCCIÓN	F ALIMENTADOR DE TIRAS / BATERIA.	1	F1
	F PRENSA 1ERA OPERACIÓN.	2	F2
	F PRENSA 2DA OPERACIÓN.	3	F3
	F MATRIZ 1ERA OPERACIÓN.	4	F4
	F MATRIZ 2DA OPERACIÓN.	5	F5
	F SISTEMA DE CURLINGADO.	6	F6 ✓
	F TRANSPORTADORES.	7	F7
	F SISTEMA DE ENGOMADO.	8	F8 ✓
	F PISTOLA INYECCIÓN.	9	F9
	F HORNO VERTICAL.	10	F10
	F EQUIPO PRESSCO.	11	F11
	F SELECCIÓN DE TAPAS POR PROBLEMAS DE MATERIAL.	12	F12
	F FALTA MATERIALES (LÁMINAS, COMPUESTO, ETC.).	13	F13
	F REPUESTOS DIFERENTES.	14	F14
	F BATERIAS EQUIPOS EXTERNOS. MONTACARGA. COMPRESOR.	15	F15
	F FALTA DE PERSONAL.	16	F16
	F OTRAS.	17	F17

NOTA: Toda parada debe ser detallada.

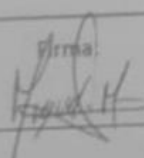
	CARGO	FIRMA
ELABORADO:	Asistente SIG	
REVISADO:	Supervisor de Producción	
APROBADO:	Jefe de Operaciones	

COPIA CONTROLADA

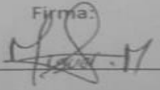
COPIA N° _____

METAL PRENSA

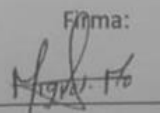
ANEXO 4: Formato de reporte de averías

metal prens		REPORTE DE AVERÍAS	
Fecha:	15-07-2019		
Máquina	ENTECOMADORA		
Código	314		
Defecto de la máquina	Desgaste de goma en la mesa		
Acción Preventiva	Limpieza de la mesa de goma		
Materiales Utilizados	Trapo industrial		
Condicion general de la Máquina	OPERATIVA <input checked="" type="checkbox"/> EN REPARACIÓN <input type="checkbox"/>		
OBSERVACIONES			
Se pesa la máquina por 15 minutos para ser limpiada por el desgaste de goma.			
Firma:  Jefe de mantenimiento			

ANEXO 5 Formato de reporte de averías

metal prens		REPORTE DE AVERÍAS	
Fecha:	15-07-2019		
Máquina	Curlingado - Prensa		
Código	238		
	Tipo de frecuencia	<input checked="" type="checkbox"/> Diaria <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Mensual	
Defecto de la máquina	Atascos de Topes y Folios en los Topes		
Acción Preventiva	Cambiar la cinta del parte de currugado		
Materiales Utilizados	- Cinta mas		
Condicion general de la Máquina	OPERATIVA <input checked="" type="checkbox"/> EN REPARACIÓN <input type="checkbox"/>		
OBSERVACIONES			
Se para la máquina por 10 minutos y se cambia de cinta.			
Firma:  Jefe de mantenimiento			


ANEXO 6 Formato de reporte de trabajo

metal pren		REPORTE DE TRABAJO	
Fecha:			
Máquina	Prensa		
Código	314	Tipo de frecuencia	<input checked="" type="checkbox"/> Diaria <input type="checkbox"/> Semanal <input type="checkbox"/> Mensual
Defecto de la máquina	Parada constante por ataques en la entrada de la lámina de Hojalata.		
Acción Preventiva	Inmediata		
Materiales Utilizados			
Condicion general de la Máquina	OPERATIVA <input checked="" type="checkbox"/> EN REPARACIÓN <input type="checkbox"/>		
OBSERVACIONES :	Debido a las constantes roturas de las láminas, se detiene la máquina para calibrarla y ajustar.		
Firma:  Jefe de mantenimiento			

ANEXO 7 Formato de hoja de inspección Dinámica

metal pren		Hoja de Inspección Dinámica			
Área	PRODUCCIÓN 1ER PISO			Fecha	03-08
Sector	1ER PISO			Responsable	Alex Rodríguez
Equipo	PRENSA			Tiempo	
Frecuencia	Semanal - Diario			Fotografía del equipo	
Realizó					
Protección personal y precaución			Autorizó: Miguel Morales		
	Si				
			Firma y Ejecutante:		
Equipo	Descripción de la tarea	Modo	Acción	Valor esperado	Registro / Observación
PRENSA	REVISAR y controlar los ruidos EXTRAÑOS	Parada	D I S	Calibración Correcta	la máquina fue parada por 10 minutos antes de iniciar la producción.

ANEXO 8 Hoja de ruta para la lubricación

Ingeniería de mantenimiento		Hoja de ruta para la lubricación				
		Division: Mécanica		Fecha		
Área	Producción	1er Piso		Responsable	Alexander Rodríguez	
Código	314					
Equipo	Peso	-	Frecuencia	Semanal	Semanal	Semanal
Fecha		03-08	Inicio	10 am		
			Finalización	10.30 am		
Permiso	Huigel Morales	JEFE DE MANTENIMIENTO			Tiempo estimado	30 min
Solicitante	- 11	Ejecutante	Alexander Rodríguez			
Duración	30 mi					
Comentario						
Protección personal y precaución					Autorizó:	
					Firma	
						
Componente	Descripción	Punto	Detalle Punto	Lubricante	Acción	Observación
ACEITE	—	CUBIERTO		1/2 litro	Semanal	—
OMALA						
150						

[illegible]